

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-163450

(P2004-163450A)

(43) 公開日 平成16年6月10日(2004.6.10)

(51) Int.Cl.⁷

F 1

テーマコード (参考)

G02F 1/13363

G02F 1/13363

2H049

G02B 5/30

G02B 5/30

2H088

G02F 1/13

G02F 1/13 505

2H091

G02F 1/13357

G02F 1/13357

2K103

G03B 21/00

G03B 21/00

E

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2002-325645 (P2002-325645)

(22) 出願日 平成14年11月8日 (2002.11.8)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(74) 代理人 100075281

弁理士 小林 和憲

(72) 発明者 中川 謙一

神奈川県南足柄市中沼210番地 富士写

真フイルム株式会社内

Fターム(参考) 2H049 BA06 BA42 BA45 BB62 BC22

2H088 EA14 EA15 EA18 EA20 HA13

HA16 HA21 HA24 JA10 MA02

MA16

2H091 FA11Y FA14Z FA26X FA41Z FD10

FD12 FD23 HA06 LA03 LA09

LA11 LA15 LA17 MA07

最終頁に続く

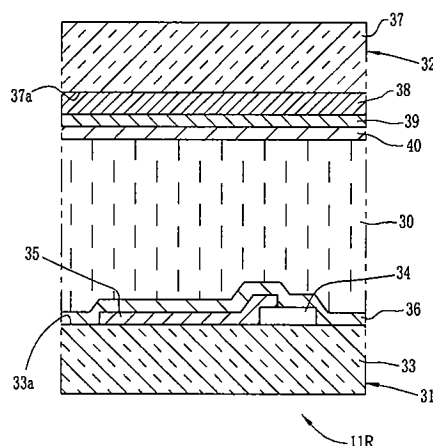
(54) 【発明の名称】 液晶素子用基板および液晶素子並びに液晶プロジェクタ

(57) 【要約】

【課題】 液晶プロジェクタでスクリーンに画像を投影したとき、投影画像のコントラストが低下することを防止する。

【解決手段】 赤色の照明光は、偏光板によって直線偏光となって透過型の液晶素子11Rの背面側に照射される。液晶素子11Rは、液晶層30を挟んで一対の液晶素子用基板31、32が対向して配されている。共通電極39側の液晶素子用基板32を構成するガラス板37の内面37には無機材料で作成された構造的複屈折層38が一体に形成されており、この構造的複屈折層38の上層に共通電極39、配向膜40が形成されている。構造的複屈折層38は、液晶素子11Rから出射する光の位相差を補償し、液晶素子11Rから出射する光を直線偏光となるようにする。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板本体の内面に配向膜と電極とが形成された液晶素子用基板において、液晶層を透過する光が入射する基板本体の少なくともいずれかの 1 面に、液晶層を透過する光の光学的な位相差を補償するための無機材料で作成された構造的複屈折層を形成したことを特徴とする液晶素子用基板。

【請求項 2】

前記構造的複屈折層は、少なくとも高屈折率材料からなる薄膜と低屈折率材料からなる薄膜とを有する多層薄膜を含むことを特徴とする請求項 1 記載の液晶素子用基板。

【請求項 3】

前記構造的複屈折層は、高屈折率材料からなる薄膜と低屈折率材料からなる薄膜とを交互に積層した多層薄膜からなることを特徴とする請求項 2 記載の液晶素子用基板。

【請求項 4】

前記構造的複屈折層は、前記基板本体の内面に形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の液晶素子用基板。

【請求項 5】

前記構造的複屈折層は、前記基板本体と電極との間に形成されていることを特徴とする請求項 4 記載の液晶素子用基板。

【請求項 6】

前記電極は、アクティブマトリックス駆動方式のための対向電極であることを特徴とする請求項 5 記載の液晶素子用基板。

【請求項 7】

前記構造的複屈折層は、前記基板本体の外面に形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の液晶素子用基板。

【請求項 8】

前記構造的複屈折層は、前記基板本体の内面と外面とにそれぞれ形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の液晶素子用基板。

【請求項 9】

対向して配された一对の基板本体と、各基板本体の対向する内面にそれぞれ形成された配向膜及び電極と、一对の基板本体の間の液晶層とを有する液晶素子において、液晶層を透過する光が入射する基板本体の少なくともいずれかの 1 面に無機材料で作成された構造的複屈折層が形成され、前記液晶層を透過する光の光学的な位相差を補償することを特徴とする液晶素子。

【請求項 10】

前記構造的複屈折層は、高屈折率材料からなる薄膜と低屈折率材料からなる薄膜とを交互に積層した多層薄膜であることを特徴とする請求項 9 記載の液晶素子。

【請求項 11】

対向して配された一对の基板本体と、各基板本体の対向する内面にそれぞれ形成された配向膜及び電極と、一对の基板本体の間の液晶層とを有する液晶素子に、光源からの照明光を照射し、液晶素子で変調された画像光を投影光学系によりスクリーン上に結像させる液晶プロジェクタにおいて、液晶層を透過する光が入射する基板本体の少なくともいずれかの 1 面に無機材料で作成された構造的複屈折層が形成され、前記液晶層を透過する光の光学的な位相差を補償することを特徴とする液晶プロジェクタ。

【請求項 12】

前記構造的複屈折層は、高屈折率材料からなる薄膜と低屈折率材料からなる薄膜とを交互に積層した多層薄膜であることを特徴とする請求項 11 記載の液晶プロジェクタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

10

20

30

40

50

本発明は、液晶素子用基板および液晶素子並びに液晶プロジェクタに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

【特許文献1】

米国特許第5638197号明細書

【特許文献2】

特開2002-14345号公報

【特許文献3】

特開2002-31782号公報

【特許文献4】

特開2002-131750号公報

【非特許文献1】

E b l e n J P 他5名. 「B i r e f r i n g e n t C o m p e n s a t o r s f o r N o r m a l l y W h i t e T N - L C D s」. S I D S y m p o s i u m D i g e s t . S O C I E T Y F O R I N F O R M A T I O N D I S P L A Y . 1 9 9 4 . p . 2 4 5 - 2 4 8

【0003】

液晶プロジェクタは、液晶素子によって光変調された光をスクリーンに投影して画像表示を行うもので、スクリーンの前面側から画像を投影するフロント方式とスクリーンの背面側から画像を投影するリア方式とがある。また、使用する液晶素子が透過型のものであるか反射型のものであるかによって照明の仕方が異なるが、いずれにせよ投影する画像を液晶素子に表示し、これに照明を与えて投影レンズでスクリーン上に画像を結像させる構成となっている。

【0004】

液晶プロジェクタの液晶素子には種々の動作モードのものを用いることが可能であるが、多用されているTN (Twisted Nematic) 液晶について説明する。TN液晶は、2枚の基板間で液晶層を構成している液晶分子が、その長軸が基板と平行となるように保たれ、かつ厚み方向では長軸が少しずつ傾けられ全体で90°ねじられる配向状態となっており、一对の偏光板（一方が偏光子、他方が検光子となる）で挟むようにして用いられる。そして、液晶素子をノーマリーホワイト、ノーマリーブラックのいずれで使用するかに応じて、一对の偏光板はクロスニコル配置あるいはパラレルニコル配置のいずれかが選択される。

【0005】

ところで、TN液晶に限らず、一般に液晶素子には視野角が狭いという欠点がある。ノーマリーホワイトのTN液晶を例にすると、液晶層に電圧を印加していない状態では、液晶層は偏光板を通過してきた直線偏光を液晶分子のねじれ配列にしたがって偏波面を90°回転させる旋光性を示す。そして、液晶層を通過してきた直線偏光はクロスニコル配置された他方の偏光板を通過して出射し、ホワイト状態となる。液晶層に電圧を印加すると液晶分子のねじれが消失し、入射した直線偏光はそのままの偏波面で出射することになるため、他方の偏光板がその通過を阻止してブラック状態となる。

【0006】

ところが、液晶は複屈折媒体としても作用する。前述したTN液晶の場合、液晶層に電圧を印加してそのねじれ配向を消失させてゆく過程では、旋光性と複屈折性とが混在し、電圧の印加レベルが高くなるにつれて複屈折性が支配的になってゆく。そして、液晶分子のねじれが消失してブラック状態となったとき、垂直入射光に対しては液晶層が複屈折性を示すことはほとんどなくなるので直線偏光はそのまま透過するが、斜め入射光に対しては複屈折性を示し、直線偏光で入射した光は楕円偏光に変調されるようになる。こうして生じた楕円偏光は部分的に出射側の偏光板を透過し、ブラック状態の濃度を薄める結果となる。液晶層がもつこのような複屈折媒体としての性向は、ホワイト状態からブラック状態への移行過程でも徐々に現れるため、中間調の表示状態下でもその表示画面を斜め方向か

10

20

30

40

50

ら観察したときにはやはり変調度の角度依存性が避けられないものとなる。このような変調度の角度依存性はTN液晶に限らず、大なり小なり全ての液晶素子に見られる現象である。

【0007】

液晶素子のもつ上記欠点を改善するために、液晶素子に表示された画像を直接観察する直視型の液晶表示装置では位相差補償素子を併用することが知られている。この目的で使用される位相差補償素子としては、富士写真フイルム（株）製の「Fuji WV Film ワイドビューA」（商品名／以下、WVフイルム）がすでに実用化され、また上記非特許文献1には、薄膜を積層した構造的複屈折体を位相差補償素子として用いることにより、視野角を大きくしてもTN液晶の表示画像のコントラストを低下させないことが紹介されている。さらに特許文献1には、基板に対して斜め方向から多層薄膜を蒸着した位相差補償素子を用い、その光学異方性により液晶ディスプレイの視野角を広げることが記載されている。

10

【0008】

これらの位相差補償素子は直視型の液晶素子に適用されるものであるが、直視型の液晶素子は、明視距離以上離れた位置から表示画面にほぼ正対して画像観察されるのが通常の使用形態であることが多い。そして、仮に表示画面の周辺部でコントラストが低下して観察されたときには、眼の位置を少しずらしてやればその部分の画像もほぼ正常に観察することができる。また、多人数が同時に観察する用途のものは表示画面と観察者との間の距離が大きくなるため、正常に観察できる範囲は限られるものの、表示画像のコントラストが部分的に異なるということは起こりにくい。

20

【0009】

これに対し、液晶プロジェクタでは液晶素子によって変調された画像光が投影レンズでスクリーンに投影され、それがスクリーン上で拡散した画像光となって観察対象となる。したがって黒レベルを表示したいときに、液晶層に斜めに入射して液晶分子を斜めに通過する光が含まれることが原因となって、投影画像そのもののコントラストが低下してしまうと、例えばどのような位置から観察したとしてもコントラストの低下は全く改善されない。投影画像のコントラストをできるだけ高めるには、液晶素子から大きな角度で出射する光束を使わずに投影画像が得られるようにすればよいが、そのためには投影レンズのバックフォーカスを長くする必要があり、小型化が求められる液晶プロジェクタではコンパクト化を図るうえで不利になる。このような難点を原理的に解決するには、液晶プロジェクタに用いる液晶素子についても、やはり直視型液晶パネルという視野角の拡大技術を利用することが効果的で、結果的に投影画像のコントラストを向上させることができるようになる。

30

【0010】

こうした背景から、コントラスト向上の目的で液晶プロジェクタ用の液晶素子についても、直視型液晶素子と同様に位相差補償素子を組み合わせて使用することが特許文献2、特許文献3に記載されている。特許文献2に記載された液晶プロジェクタでは、TN液晶用の位相差補償素子として、前述したWVフイルムのように有機材料で構成されたものが用いられている。また、特許文献3には、位相差補償素子として単結晶サファイアや水晶などの一軸性の複屈折性結晶を用いることが記載されている。また、特許文献4には、光学位相補償板としてディスコティック液晶を用いたものが記載されている。これらの位相差補償素子は、いずれも光の入射角に依存した光学異方性を発現する複屈折体として作用し、液晶素子から大きな出射角で出射する光束によって画像のコントラストが低下することを防いでいる。

40

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、一般に有機材料からなる位相差補償素子は、紫外線を含む強い光に長時間曝されていると褪色が生じやすい。特に液晶プロジェクタに用いる場合には、スクリーンに画像投影を行うために直視型の液晶モニタなどと比較して光源の輝度も高くなり、過熱

50

の度合いも大きくなることから、実用的には2000～3000時間程度で徐々に褐色に変化する傾向にある。したがって、例えば家庭用プロジェクションテレビジョンなどのように長時間にわたって使用される用途では耐久性の点で問題があり実用化は難しい面がある。一方、単結晶サファイヤや水晶などの複屈折体を用いた位相差補償素子は、耐久性では問題はないものの、サファイヤや水晶などの結晶自体が高価であり、また結晶の切り出し面や厚みを高精度に管理しなくてはならない。しかも、位相差補償素子を光学系中に組み込むときの調整も面倒である。

【0012】

さらに、透過型の液晶素子では、その基板上で画素ごとに区画するブラックマトリクス部によって画素単位での開口率が低下することを改善するためにマイクロレンズを組み合わせたものもある。しかし、マイクロレンズを組み合わせた場合には、マイクロレンズの前後では光の角度が変化するため、位相差補償素子の所期の効果が得られないことがあり、また位相差補償素子の配置が制約されるといった問題があった。

10

【0013】

本発明は上記背景を考慮してなされたもので、家庭用テレビジョンのような長時間の使用に対しても耐久性に優れ、しかも製造コストの負担も少なく、さらにはマイクロレンズの併用を容易としながら、画像自体のコントラストが向上することができる液晶素子用基板および液晶素子並びに液晶プロジェクタを提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】

20

本発明は、上記問題を解消するために、請求項1記載の液晶素子用基板では、液晶層を透過する光が入射する基板本体の少なくともいずれかの1面に、液晶層を透過する光の光学的な位相差を補償するための無機材料で作成された構造的複屈折層を形成したものである。

【0015】

請求項2記載の液晶素子用基板では、構造的複屈折層を、少なくとも高屈折率材料からなる薄膜と低屈折率材料からなる薄膜とを有する多層薄膜を含むようにしたものである。

【0016】

請求項3記載の液晶素子用基板では、構造的複屈折層を、高屈折率材料からなる薄膜と低屈折率材料からなる薄膜とを交互に積層した多層薄膜としたものである。

30

【0017】

請求項4記載の液晶素子用基板では、構造的複屈折層を、基板本体の内面に形成したものである。

【0018】

請求項5記載の液晶素子用基板では、構造的複屈折層を、基板本体と電極との間に形成したものである。

【0019】

請求項6記載の液晶素子用基板では、構造的複屈折層が設けられる基板本体の電極がアクティブマトリクス駆動方式のための対向電極となっておりものである。

【0020】

40

請求項7記載の液晶素子用基板では、構造的複屈折層を、基板本体の外面に形成したものである。

【0021】

請求項8記載の液晶素子用基板は、構造的複屈折層を基板本体の内面と外面とにそれぞれ形成したものである。

【0022】

請求項9記載の液晶素子では、液晶層を透過する光が入射する基板本体の少なくともいずれかの1面に無機材料で作成された構造的複屈折層を形成し、前記液晶層を透過する光の光学的な位相差を補償するものである。

【0023】

50

請求項 10 記載の液晶素子では、構造的複屈折層を、高屈折率材料からなる薄膜と低屈折率材料からなる薄膜とを交互に積層した多層薄膜としたものである。

【0024】

請求項 11 記載の液晶プロジェクタでは、配向膜及び電極が設けられた一对の基板本体のうちの、液晶層を透過する光が入射する基板本体の少なくともいずれかの 1 面に無機材料で作成された構造的複屈折層を形成し、前記液晶層を透過する光の光学的な位相差を補償するものである。

【0025】

請求項 12 記載の液晶プロジェクタでは、構造的複屈折層を、高屈折率材料からなる薄膜と低屈折率材料からなる薄膜とを交互に積層した多層薄膜としたものである。

10

【0026】

【発明の実施の形態】

図 1 にリア方式の液晶プロジェクタの外観を示す。筐体 2 の前面に拡散透過型のスクリーン 3 が設けられ、その背面に投影された画像が前面側から観察される。筐体 2 の内部には投影ユニット 5 が組み込まれ、その投影画像はミラー 6, 7 で反射されスクリーン 3 の背面に結像される。この液晶プロジェクタは、筐体 2 の内部にチューナー回路などのほか、ビデオ信号及び音声信号再生用の周知の回路ユニットを組み込み、投影ユニット 5 に画像表示手段として組み込まれた液晶素子にビデオ信号の再生画像を表示することによって、大画面のテレビジョンとして使用することができる。

【0027】

20

図 2 に投影ユニット 5 の構成を概略的に示す。この投影ユニット 5 には透過型の三枚の液晶素子 11R, 11G, 11B が組み込まれ、フルカラーで画像投影を行うことができる。光源 12 からの放射光は、紫外線及び赤外線をカットするフィルタ 13 を透過することにより赤色光、緑色光、青色光を含む白色光となり、光源から液晶素子に至る照明光軸にしたがってガラスロッド 14 に入射する。ガラスロッド 14 の光入射面は、光源 12 に用いられている楕円面鏡の焦点位置近傍に位置し、光源 12 からの光は効率的にガラスロッド 14 に入射する。

【0028】

ガラスロッド 14 の出射面に対峙してリレーレンズ 15 が配設され、ガラスロッド 14 からの白色光は、リレーレンズ 15 及び後段のコリメートレンズ 16 により平行光となってミラー 17 に入射する。ミラー 17 で反射された白色光は、赤色光だけを透過するダイクロイックミラー 18R で 2 光束に分けられ、透過した赤色光はミラー 19 で反射して液晶素子 11R を背面から照明する。また、ダイクロイックミラー 18R で反射された緑色光と青色光は、緑色光だけを反射するダイクロイックミラー 18G でさらに 2 光束に分割される。ダイクロイックミラー 18G で反射された緑色光は液晶素子 11G を背面側から照明する。ダイクロイックミラー 18G を透過した青色光は、ミラー 18B, 20 で反射され、液晶素子 11B を背面から照明する。

30

【0029】

各々の液晶素子 11R, 11G, 11B はそれぞれ TN 液晶で構成され、その各々には、フルカラー画像を構成する赤色画像、緑色画像、青色画像の濃度パターン画像が表示される。これらの液晶素子 11R, 11G, 11B から光学的に等距離となる位置に中心がくるように合成プリズム 24 が配置され、合成プリズム 24 の出射面に対面して投影レンズ 25 が設けられている。合成プリズム 24 は、その内部に 2 面のダイクロイック面 24a, 24b を有し、液晶素子 11R を透過してきた赤色光、液晶素子 11G を透過してきた緑色光、液晶素子 11B を透過してきた青色光を合成して投影レンズ 25 に入射させる。

40

【0030】

各液晶素子 11R, 11G, 11B の出射面の中心から、合成プリズム 24 及び投影レンズ 25 の中心を通り、スクリーン 3 の中心に至る投影光軸上に投影レンズ 25 が設けられている。投影レンズ 25 は、その物体側焦点面が液晶素子 11R, 11G, 11B の出射面に一致し、像面側焦点面がスクリーン 3 に一致するようにしてあるから、合成プリズム

50

24で合成されたフルカラー画像はスクリーン3に結像されることになる。なお、図1に示すミラー6, 7については、図面の煩雑化を避けるために省略してある。

【0031】

液晶素子11R, 11G, 11Bの照明光の入射面側には、それぞれ偏光板26R, 26G, 26Bが設けられている。また、各液晶素子の出射面側には、偏光板28R, 28G, 28Bとが設けられている。入射面側の偏光板26R, 26G, 26Bと出射面側の偏光板28R, 28G, 28Bはクロスニコル配置となっており、入射面側の偏光板は偏光子、出射面側の偏光板は検光子として作用する。液晶素子11R, 11G, 11Bには、詳細を後述するように、それを構成する基板に構造的複屈折層が設けられている。なお、それぞれの色チャンネルごとに設けられた液晶素子、その両側にそれぞれ設けられた偏光板の作用は、それぞれの色光に基づく相違はあるものの、基本的な作用は実質的に共通であるので、以下、赤色チャンネルを代表させて説明する。

【0032】

図3に液晶素子11Rの構造を概略的に示す。液晶素子11Rは、TFT（薄膜トランジスタ）方式のものであり、アクティブマトリックス駆動される。この液晶素子11Rは、液晶層30を挟んで一对の液晶素子用基板31, 32が対向して設けられている。

【0033】

液晶素子用基板31は、基板本体である透明なガラス板33と、液晶層30側の内面33aに形成された薄膜トランジスタ34, 透明な画素電極35, 配向膜36とから構成される。ガラス板33の内面33aには、薄膜トランジスタ34と画素電極35とを1組として、これらがマトリックス状に多数設けられており、1組の薄膜トランジスタ34と画素電極35とが赤色画像の1個の画素に対応する。配向膜36は、薄膜トランジスタ34及び画素電極35を覆うようにほぼ全面に形成されている。

【0034】

他方の液晶素子用基板32は、基板本体である透明なガラス板37と、その内面（液晶層側の面）37aのほぼ全面に、ガラス板37側から順に、構造的複屈折層38, 透明な共通電極（対向電極）39, 配向膜40が層設されている。

【0035】

なお、液晶素子用基板31には、画素電極部35を画素ごとに区画して画素単位でのコントラストが低下することを改善するブラックマトリクス部（図示省略）が形成されている。

【0036】

上記の液晶素子11Rは、構造的複屈折層38が設けられている他は、従来のTFT方式の液晶素子と同じ構成である。すなわち、薄膜トランジスタ34によって画素電極35と共通電極39との間の液晶層30に印加する電圧を制御して、各電極間の液晶層30の配向姿勢を変化させることにより、偏光板26Rから入射し偏光板28Rから出射する光量を制御することで画素の濃淡を表現する。

【0037】

ミラー19で反射された赤色照明光は、入射面側の偏光板26Rで直線偏光となって液晶素子11Rに入射する。ノーマリホワイトモードの場合で、液晶素子11Rに用いられているTN液晶は、画像の黒を表示するために、画素電極35と共通電極39との間に信号電圧が印加される。このとき、液晶層30に含まれる液晶分子は様々な配向姿勢をとる。このため、照明光が平行光束となって液晶層30に入射しても、液晶層30が呈する旋光性と複屈折性により出射する光は完全な直線偏光とはならず、一般に楕円偏光の画像光が出射して十分な黒が得られない。また、ノーマリーブブラックモードの場合でも、液晶分子のわずかな傾きによって黒レベルが十分に黒くはならない。

【0038】

また、黒表示させたい状態において、液晶層30を通過した画像光の直線偏光性が保存されていれば、他方の偏光板28Rによって遮断され、充分弱い強度となって合成プリズム24に入射する。しかし、液晶分子を斜めに通過する光が含まれている場合には、液晶層

10

20

30

40

50

30によって変調された画像光は、直線偏光とはわずかに光学的な位相が相違した楕円偏光となり、上記同様に十分な黒が得られない。

【0039】

構造的複屈折層38は、上記のような液晶層30の通過によって画像光が楕円偏光とする成分を打ち消すように、それに入射する光の偏光状態を変化させて光学的な位相差を補償する。これにより、液晶素子11Rから出射される画像光が直線偏光の画像光となって偏光板28Rに入射するようにし、画像のコントラストを向上させる。

【0040】

このような機能をもつ構造的複屈折層38は、無機材料で作成され、少なくとも高屈折率材料からなる薄膜と低屈折率材料からなる薄膜とを有する多層薄膜を含むことが好ましい。図4に示す構造的複屈折層38は、液晶素子11Rのガラス板37の内面37aに互いに屈折率が異なる誘電体の薄膜L1、L2を交互に積層した多層膜として形成されている。そして、このように構成される構造的複屈折層38の表面に共通電極39が形成され、さらに配向膜40が形成される。

【0041】

構造的複屈折層38を構成する各層の光学膜厚（幾何学的膜厚と屈折率との積）は光の波長よりも十分に小さく、好ましくは $\lambda/100 \sim \lambda/5$ 、より好ましくは $\lambda/50 \sim \lambda/5$ 、実際的には $\lambda/30 \sim \lambda/10$ が適切である。この方法で、容易に一軸性の負の複屈折性を持つ構造的複屈折層38をガラス板37に形成できる。

【0042】

高屈折率の薄膜層の材料としては TiO_2 （ $n=2.2 \sim 2.4$ ）、 ZrO_2 （ $n=2.20$ ）など、低屈折率材料としては SiO_2 （ $n=1.40 \sim 1.48$ ）や MgF_2 （ $n=1.39$ ）、 CaF_2 （ $n=1.30$ ）などを用いることができる。さらに、例えば以下に挙げる種々の材料を、本発明の構造的複屈折層37を構成する高屈折率、低屈折率の薄膜層に利用することができる。なお、（）内に示す数値は屈折率の概略値を表す。 CeO_2 （2.45）、 SnO_2 （2.30）、 Ta_2O_5 （2.12）、 In_2O_3 （2.00）、 $ZrTiO_4$ （2.01）、 HfO_2 （1.91）、 Al_2O_3 （1.59～1.70）、 MgO （1.7）、 AlF_3 、ダイヤモンド薄膜、 $LaTiO_x$ 、酸化サマリウムなど。また、高屈折率薄膜層用材料と低屈折率薄膜層材料の組み合わせとしては、 TiO_2/SiO_2 が好ましいが、その他に Ta_2O_5/Al_2O_3 、 HfO_2/SiO_2 、 MgO/MgF_2 、 $ZrTiO_4/Al_2O_3$ 、 CeO_2/CaF_2 、 ZrO_2/SiO_2 、 ZrO_2/Al_2O_3 等も挙げられる。

【0043】

また、積層された薄膜L1、L2の相互間で光の干渉現象が生じることを避ける必要があるため各々の光学膜厚は薄い方がよいが、必要な合計膜厚を得るのに成膜回数が増えてくるので、現実的な膜厚構成の設計にあたっては、所望の複屈折率作用を考慮して各層の屈折率、膜厚比、合計膜厚を決め、着色については薄膜干渉を十分に考慮し、さらに成膜後に内部応力に起因するクラックの発生などの不具合が生じないように材料の選定に留意する必要がある。

【0044】

なお、多層薄膜で構成された構造的複屈折層38を製造するには、真空蒸着法やスパッタ成膜法を効果的に用いることができる。高屈折率薄膜層と低屈折率薄膜層との2種類の薄膜層を交互に成膜してゆくには、成膜対象となるガラス板37に対して各々の蒸発源を遮蔽することができるようにそれぞれシャッタを設け、これらのシャッタを交互に開閉して2種類の薄膜層を交互に積層させたり、あるいはガラス板37を一定の速さで循環移動する基板ホルダに保持させ、ガラス板37を循環移動させる過程でそれぞれの蒸発源の上を通過させることによって順次に2種類の薄膜を交互に積層させるなどの手法を取ることができる。これにより、多層薄膜を得るに際して真空槽を一回だけ真空引きすればよいので、製造効率を高めることができる。

10

20

30

40

50

【0045】

このような多層薄膜による構造的複屈折層38の設計手順は次のとおりである。構造的複屈折層37の複屈折率 Δn は、「光学 第27巻第1号(1998) p. 12-17」に記載のように、屈折率の異なる2種類の薄膜の光学膜厚の比で決定され、それぞれの屈折率に差があるほど大きい値が得られる。また、位相差は複屈折率 Δn と構造的複屈折層38の幾何学的な合計膜厚 d との積「 $d \Delta n$ 」で与えられる。したがって、所望の位相差を得るためには、それらの材料から得られる複屈折率 Δn の値が大きくなるような膜厚比を求め、その複屈折率 Δn から必要な構造的複屈折層の物理的な合計膜厚 d が決定される。各薄膜の幾何学的膜厚と層数との積が合計膜厚 d になることと、幾何学的膜厚が上述のような光学膜厚の範囲にあることを条件として、製造適性を考慮しつつ層数を選択すればよい。

10

【0046】

なお、屈折率が異なる誘電体薄膜を積層した多層薄膜により固有の光学的作用を得るものとして、ダイクロイックミラー、偏光ビームスプリッター、色合成プリズム、反射防止膜などが知られているが、これらの多層薄膜を構成する個々の薄膜層は、いずれもその光学膜厚が $\lambda/4$ の整数倍となるように設計され、光の干渉現象を利用して所期の目的を達成するものである。この点、上述した構造的複屈折層38は、個々の薄膜層の光学膜厚が $\lambda/4$ よりも薄いことや、2種類の薄膜の光学膜厚の比によって固有の複屈折率 Δn が決められることなどから、光の干渉現象とは全く異なる作用原理に基づくものであることがわかる。

20

【0047】

構造的複屈折層38は、液晶層30を通過する光の角度によって位相の変調度が異なってくることを補償する。このため、液晶層30を通過する光の角度が大きくなっても、コントラストの低下を抑えることができるので、開口数の大きな光学系を用いることが可能になる。したがって、液晶素子のサイズを小さくしたり、口径の大きなレンズを採用して光の利用効率を高めたり、光路長を短くしてコンパクト化を図ったり、光学系全体を小さくして製造コストを下げる等の設計要因の選択範囲を広くすることができる。

【0048】

上記のような構造的複屈折層38は、共通電極側のガラス板37の内面37aに設ける他に共通電極側のガラス板37の外表面(液晶層と反対側の面)や、画素電極側の液晶素子用基板31に設けることができる。また、構造的複屈折層38は、ガラス板の表面に設ける他に配向膜と電極との間に設けてもよく、ガラス板両面に構造的複屈折層38を設けてもよい。さらに、このように各種の形態で構造的複屈折層38が設けられた各種の液晶素子用基板31, 32を組み合わせることができる。

30

【0049】

図5ないし図7は、液晶素子用基板の層構造の各種例を示すものであり、図5及び図6は画素電極側の液晶素子用基板層構造の例を、図7及び図8は共通電極側の液晶素子用基板の層構造の例をそれぞれ示している。なお、図3に示されるものと実質的に同じものには同じ符号を付して詳細な説明は省略する。また、便宜上、各液晶素子用基板を図中に記載したタイプ名を用いて説明する。

40

【0050】

図5(a)に示すタイプA0の液晶素子用基板31は、図3に示すものと同じであり、構造的複屈折層がなく構造的複屈折層38を設けた液晶素子用基板32と組み合わせて使用される。図5(b)に示すタイプA1の液晶素子用基板31は、そのガラス板33の内面33aに構造的複屈折層38を設け、その構造的複屈折層38の上層に薄膜トランジスタ34及び画素電極35を形成し、さらに、その上層に配向膜36を層設したものである。図5(c)に示すタイプA2のものは、タイプA0と同様にガラス板33の内面33aに薄膜トランジスタ34、画素電極35、配向膜36を形成し、ガラス板33の外表面33bに構造的複屈折層38を形成したものである。

【0051】

50

図6 (a) に示すタイプA 3の液晶素子用基板3 1は、画素電極3 5と配向膜3 6との間に構造的複屈折層3 7を形成したものである。このタイプA 3の例では、内面3 3 a上の薄膜トランジスタ3 4及び画素電極3 5の上層に透明な平坦化層(例えばSiO₂) 4 1を形成してから構造的複屈折層3 8を形成し、この構造的複屈折層3 8の上層に配向膜3 6を形成してある。図6 (b) に示すタイプA 4の液晶素子用基板3 1は、図5 (b) に示されるタイプA 1と同様に内面3 3 aに構造的複屈折層3 8を形成するとともに、ガラス板3 3の外面3 3 bにも構造的複屈折層3 8を形成することで、構造的複屈折層3 8を2面に設けたものである。図6 (c) に示すタイプA 5のものは、内面側の層構造をタイプA 3と同じにし、ガラス板3 3の外面3 3 bにも構造的複屈折層3 8を設けて構造的複屈折層3 8を2面としたものである。

10

【0052】

なお、ガラス板3 3に形成される各画素電極3 5は、互いに電氣的に絶縁されている必要があるが、上記のように構造的複屈折層3 8は、誘電体、すなわち電氣的な絶縁体で構成されるため、各画素電極3 8に密接して形成されても、これら各画素電極3 8を短絡することはない。

【0053】

図7 (a) に示すタイプB 0の液晶素子用基板3 2は、構造的複屈折層を設けていないものであり、構造的複屈折層を設けた画素電極側の液晶素子用基板3 1と組み合わせて使用される。図7 (b) に示すタイプB 1の液晶素子用基板3 2は、図3に示すものと同じであり、内面3 7 aに構造的複屈折層3 8を設け、その構造的複屈折層3 8の上層に共通電極3 9、配向膜4 0を順次層設したものである。図7 (c) に示すタイプB 2の液晶素子用基板3 2は、タイプB 0と同様にガラス板3 7の内面3 7 aに共通電極3 9、配向膜4 0を形成し、外面3 7 bに構造的複屈折層3 8を形成したものである。

20

【0054】

図8 (a) に示すタイプB 3の液晶素子用基板3 2は、共通電極3 9と配向膜4 0との間に構造的複屈折層3 8を形成したものである。これは、ガラス板3 7の内面3 7 a上に共通電極3 9を形成してから構造的複屈折層3 8を形成し、この構造的複屈折層3 8の上層に配向膜4 0を形成している。図8 (b) に示すタイプB 4のものは、タイプB 1と同じくガラス板3 7の内面3 7 aに構造的複屈折層3 8、共通電極3 9、配向膜4 0を順次層設するとともに、ガラス板3 7の外面3 7 bにも構造的複屈折層3 8を形成することで、構造的複屈折層3 8を2面に設けたものである。図8 (c) に示すタイプB 5のものは、タイプB 3と同じく内面3 7 aに共通電極3 9、構造的複屈折層3 8、配向膜4 0を形成するとともに、ガラス板3 7の外面3 7 bにも構造的複屈折層3 8を設けて構造的複屈折層3 8を2面に設けたものである。

30

【0055】

なお、各液晶素子用基板3 1、3 2には、構造的複屈折層、各種電極、薄膜トランジスタ、配向膜、前述のブラックマトリクス部等の他の層を併せて形成してもよい。例えば図9に示すように、薄膜トランジスタ3 4と画素電極3 5との間に層間絶縁層4 2を設けてもよく、もちろん、このような層間絶縁層4 2を有する液晶素子用基板に構造的複屈折層を形成してもよい。

40

【0056】

上記の各液晶素子用基板3 1、3 2の組合せにおける製造コストの高低、ソリ調整の良否、光学補償性能の良否を表1に示す。

【0057】

【表1】

組合No.	面数	コスト	ソリ調整	光学補償性能
1	1	1	×	△
2	2	2	○	△
3	1	1	×	△
4	2	2	△	○
5	3	3	○	○
6	2	2	○	△
7	3	3	○	○
8	4	4	◎	○

10

組合No.と構造的複屈折層の配置

- 1: 共通電極側片面
- 2: 共通電極側両面
- 3: 画素電極側片面
- 4: 共通電極側片面＋画素電極側片面
- 5: 共通電極側両面＋画素電極側片面
- 6: 画素電極側両面
- 7: 共通電極側片面＋画素電極側両面
- 8: 共通電極側両面＋画素電極側両面

20

【0058】

上記表1中ではガラス板の内面側または外面のいずれか一方に構造的複屈折層が設けられている場合を「片面」とし、ガラス板の内面側及び外面の両方に構造的複屈折層が設けられている場合を「両面」として、各液晶素子用基板31, 32を分類し、それらの組み合わせを組合No. 1～9を付して、製造コストの高低、ソリ調整の良否、光学補償性能の良否を示してある。「組合No.」に対応する液晶素子用基板31, 32の実際の組み合わせは、次の表2に示すとおりである。

【0059】

30

【表2】

		共通電極タイプ					
		B0	B1	B2	B3	B4	B5
画素電極タイプ	A0	－	1	1	1	2	2
	A1	3	4	4	4	5	5
	A2	3	4	4	4	5	5
	A3	3	4	4	4	5	5
	A4	6	7	7	7	8	8
	A5	6	7	7	7	8	8

40

【0060】

表1のコストの欄は、数字が大きいほど製造コストが高いことを示している。また、ソリ調整は、「×」がソリ調整が不可能であることを表し、「△」、「○」、「◎」の順に調整がより好ましく行えることを表している。光学補償性能は「△」が好ましい結果が得られ、「○」がより好ましい結果を得られることを表している。

【0061】

50

プロジェクト用の液晶素子は強い光を受けて温度が上昇するが、その際、液晶の熱膨張と複屈折率の温度依存によってコントラスト特性が変化する。このような状況で基板のソリが大きいとコントラストの表示面内での均一性が損なわれる。したがって、液晶プロジェクト用の液晶素子用基板においては、基板のソリは重要な特性であり、その温度依存特性も含めて精密に制御できることが好ましい。

【0062】

表1からわかるように、光学補償性能の点からは、各液晶素子用基板31、32に少なくとも1面ずつ構造的複屈折層を設けるのがよく、ソリ調整の観点からは少なくともいずれか一方のガラス板の両面に構造的複屈折層を設けるのが好ましく、より好ましくは各ガラス板33、37のそれぞれの両面に構造的複屈折層を設けるのがよいことがわかる。

10

【0063】

なお、タイプA3、A5の液晶素子用基板31やタイプB3、B5の液晶素子用基板32のように電極とガラス板（基板本体）との間に構造的複屈折層38を形成した構成の場合では、誘電体、すなわち絶縁体で構成される構造成複屈折層38を電極間の短絡防止用の絶縁層としても機能させることができるという利点がある。

【0064】

しかし、その反面、電極を外部の回路と接続するために、ガラス板の表示領域外に構造的複屈折層を設けずに電極を露呈させたエリアを設ける必要がある。このようなパターンニングは、フォトリソグラフィによって構造的複屈折層の一部を除去する手法や、露呈すべき電極の部分に構造的複屈折層を形成しないようにマスク蒸着する手法を用いることができるが、構造的複屈折層はエッチング性の異なる薄膜が多数積層しているという難点があり、またマスク蒸着では、液晶素子のデザイン毎に成膜工程が影響を受けるので工程管理が煩雑になるという欠点がある。さらに、画素電極と共通電極との間に構造的複屈折層を設けた場合には、その層の厚みにもよるが液晶層に印加される電圧が構造的複屈折層による容量分割で低下する点をも考慮しなくてはならない。

20

【0065】

タイプA1、A3、A4、A5の液晶素子用基板31やタイプB1、B3、B4、B5の液晶素子用基板32のように構造的複屈折層38がガラス板の内面側に形成されている場合では、構造的複屈折層38の各面が空気よりも屈折率が高い材料と接触するため、それらの境界面での光の反射率は空気と面を接する光学補償素子に比べて極めて低い。したがって、境界面の反射防止層を簡略化できたり、省略できるという利点がある。また、構造的複屈折層33の傷つき等を防止できるという利点もある。

30

【0066】

タイプA2、A4、A5の液晶素子用基板31やタイプB2、B4、B5の液晶素子用基板32のように構造的複屈折層38がガラス板の外面に設けた場合には、構造的複屈折層38の傷付きを防止するために、構造的複屈折層38の上層に透明な保護層を設けるのも好ましい。

【0067】

基板本体に構造的複屈折層を設けた構成では、液晶層を通過する光について、その液晶層を通過する角度と構造的複屈折層を通過する角度とを同じにできる。また、ポリマー材料等を用いて作成した位相差補償素子を液晶素子の内側に設けることは困難であるが、上記のような無機材料で作成された構造的複屈折層では可能である他、熱や紫外線等に対しても十分な耐久性を有する。

40

【0068】

本発明の液晶素子は、図10に示す例のようにマイクロレンズと組み合わせることができる。マイクロレンズアレイ50は、液晶素子の入射面側に配されている。マイクロレンズアレイ50には、画素毎にマイクロレンズ50aが形成されている。このマイクロレンズ50aは、イオン交換技術を用いてガラス板に連続した屈折率分布をつけることにより作成されている。もちろん、マイクロレンズとしては、ガラスや樹脂をレンズ形状に加工したものをを用いてもよい。マイクロレンズ50aは、画素電極35を画素ごとに区画してい

50

る出射面側のガラス板 33 に形成されたブラックマトリクス部（図示せず）によって画素単位での開口率が低下することを改善する。

【0069】

マイクロレンズ 50a を組み合わせることによって、偏光子となる偏光板で直線偏光とされた照明光は、マイクロレンズ 50a で収束光束とされ、ガラス板 37、構造的複屈折層 38、共通電極 39、配向膜 40 を通って液晶層 30 に達し、さらに配向膜 36、画素電極 35 を通ってガラス板 33、検光子となる偏光板を透過して出射する。

【0070】

構造的複屈折層 38 は、液晶層 30 を通過する光の角度によって位相の変調度が異なってくることを補償するためのものであるから、この例のように、マイクロレンズ 50a によって入射してくる光に角度がつくような場合に特に有効となり、コントラストの向上や、マイクロレンズ 50a の開口数を大きくした設計が可能となるという大きな利点がある。

【0071】

上記の例では、構造的複屈折層 38 を共通電極側のガラス板 37 の内面 37a に設けた液晶素子用基板 32 であるが、例えば図 11 に示すようにガラス板 37 の外面 37b に設けたタイプの液晶素子用基板 32 でもよい。また、この他に図 5 ないし図 8 に示される各種の層構造の液晶素子用基板 31、32 の組み合わせであってもよい。

【0072】

本発明の無機材料で作成された構造的複屈折層は、反射型液晶素子にも適用が可能である。反射型液晶素子を用いた投影ユニットの一例を図 12 に示す。光源 12 からの放射光は、フィルタ 13 を透過することにより紫外線及び赤外線がカットされた白色光となり、集光光学系 55 を透過して赤色光だけを反射するダイクロイックミラー 56 に入射する。反射された赤色光は、ミラー 57 で反射して偏光膜 58a が斜設された偏光ビームスプリッタ 58 に入射する。偏光膜 58a により s 偏光成分が直線偏光となって反射され、反射型の液晶素子 61R に入射する。なお、ダイクロイックミラー 56 を透過した緑色光と青色光のうち、緑色光はダイクロイックミラー 62 で反射され偏光ビームスプリッタ 63 に入射し、ダイクロイックミラー 62 を透過した青色光は偏光ビームスプリッタ 64 に入射する。

【0073】

ここで用いられている反射型の液晶素子 61R は、図 13 に示すような構成になっている。図 13 では、上記と実質的に同じ構成部材には同一の符号を付してその説明を省略する。また、構造的複屈折層 38 が設けられた共通電極 39 側の液晶素子用基板の層構造は最初の実施形態と同じである。

【0074】

画素電極側の液晶素子用基板 65 は、不透明なシリコン基板 66 を基板本体としている。このシリコン基板 66 には、電極間の印加電圧を制御する画素回路 67 が画素毎に形成され、その画素回路 67 にそれぞれ画素電極 68 が接続されている。画素電極 68 は、アルミや銀等の反射率の高い材料で作成された反射板となっており、液晶層 30 を透過してきた光を反射する。シリコン基板 66 と画素電極 68 と間には層間絶縁層 69 が形成され、画素電極 68 と層間絶縁層 69 を覆うように配向膜 71 が形成されている。

【0075】

偏光ビームスプリッタ 58 で直線偏光とされた光は、液晶素子用基板 32 を通って液晶層 30 に入射し、配向膜 71 を通って画素電極 68 に入射する。そして、この画素電極 68 で反射されて、配向膜 71、液晶層 30、液晶素子用基板 32 を通って偏光ビームスプリッタ 58 に入射する。液晶素子用基板 32 を光が透過する際に、その光はガラス板 37 に形成された構造的複屈折層 38 を透過する。偏光ビームスプリッタ 58 に再び入射した直線偏光光は、偏光膜 58a に対して p 偏光成分となっているから、偏光膜 58a を透過して合成プリズム 24 に入射する。なお、合成プリズム 24 及び投影レンズ 25 の機能は先の実施形態と全く同様である。

【0076】

10

20

30

40

ここで用いられている構造的複屈折層 38 には、液晶層 30 に入射するときと出射するときとで光が 2 度通過することになるため、これを考慮して構造的複屈折層 38 自体の複屈折による位相差を設計しておく必要がある。また、反射型の液晶素子をオフアクシスで使用する場合にも利用できる。

【0077】

構造的複屈折層 38 を画素電極側の液晶素子用基板 65 に設けてもよい。図 14 は、構造的複屈折層 38 を画素電極側の液晶素子用基板 65 に設けた例を示しており、シリコン基板 66 側の画素電極 68 と配向膜 71 との間に構造的複屈折層 38 が設けられている。また、図 13 及び図 14 に示される画素電極側の各タイプの液晶素子用基板 65 を、図 7 及び図 8 に示されるタイプ B0～B5 のガラス板と組み合わせることができる。もちろん、図 13 に示される液晶素子用基板 65 とタイプ B0 の液晶素子用基板 32 との組み合わせは除かれる。

【0078】

次の表 3 に上記の液晶素子用基板 65 と、タイプ B0～B5 の液晶素子用基板 32 との組合せにおける製造コスト、ソリ調整の良否、光学補償性能の良否を表 1 と同様に示す。表 3 に示す「組合 No.」の実際の組み合わせ表 4 に示すとおりであり、図 13 に示される層構造の液晶素子用基板 32 をタイプ C0、図 14 に示す層構造の液晶素子用基板 65 をタイプ C1 としてある。

【0079】

【表 3】

組合No.	面数	コスト	ソリ調整	光学補償性能
1	1	1	×	×～△
2	2	2	○	△
3	1	1	×	×～△
4	2	2	△	○
5	3	3	○	△

組合No.と構造的複屈折層の配置

- 1:共通電極側片面
- 2:共通電極側両面
- 3:シリコン基板1面
- 4:共通電極側片面+シリコン基板1面
- 5:共通電極側両面+シリコン基板1面

【0080】

【表 4】

		共通電極側タイプ					
		B0	B1	B2	B3	B4	B5
シリコン基板タイプ	C0	—	1	1	1	2	2
	C1	3	4	4	4	5	5

【0081】

なお、本発明は、透過型の液晶素子の一方の面に反射板を配置することで反射型液晶素子とした構成にも利用できるのはいうまでもない。

【0082】

本発明に用いられる構造的複屈折層は、図 4 に示すような多層薄膜の積層体だけでなく、無機材料で作成された様々な形態のものを利用することができる。先に説明し図 4 に示す

薄膜積層体は、光学的な異方性が発現しない光学軸がガラス板の法線に合致した一軸性の負の複屈折層であり、c - p l a t e として用いる例として挙げられているが、負の一軸性を有したものとしては図 1 5 に示すように、透明な板状突起 7 7 を格子状に配列した構造的複屈折層 8 0 を用いることも可能である。なお、符号 7 6 は、基板本体、すなわち共通電極側または画素電極側のガラス板、あるいは反射型 L C D のシリコン基板である。

【0083】

この構造的複屈折層 8 0 の物理的構造を構成している板状突起 7 7 の厚み d 、高さ h 及び配列間隔は光の波長に対して十分に小さく、例えば光学膜厚が $\lambda / 100 \sim \lambda / 5$ 、好ましくは $\lambda / 50 \sim \lambda / 5$ 、実際的には $\lambda / 30 \sim \lambda / 10$ 程度であればよく、光学異方性を示さない光学軸 8 0 a は図示の方向となる。液晶素子を構成する液晶素子用基板として組み込まれることにより a - p l a t e として用いられる。そして、照明光軸または投影光軸と直交する面内で板状突起 7 7 が一次元で配列されているため、その一次元配列の方向で空気層と板状突起 7 7 による異なった屈折率が交互に分布するようになる。

10

【0084】

また、図 1 6 に示すように、基板本体 7 6 上に透明な板状突起 8 1 を傾斜して配列した構造的複屈折層 8 2 も本発明の目的を達成するうえで有用である。この構造的複屈折層 8 2 も負の一軸性複屈折体として作用し基板本体 7 6 の面が照明光軸あるいは投影光軸と垂直になるように配置されるため o - p l a t e として用いられる。この構造的複屈折層 8 2 も、照明光軸または投影光軸と直交する面内で屈折率の異なる部分が一次元配列となり、しかも異なる屈折率を与えるための物理的構造が照明光軸または投影光軸に対して傾斜することになる。

20

【0085】

これらの構造的複屈折層 8 0、8 2 のもつ物理的な繰り返し構造パターンは、フォトリソグラフィにより作成することができる。なお、負の一軸性複屈折体としての作用を得るためには、それぞれの板状突起 7 7、8 1 の幅 d に対する高さ h で表されるアスペクト比を十分に大きくしておく必要がある。このアスペクト比が十分に大きくない場合には、屈折率楕円体の n_x 、 n_y 、 n_z が全て異なる 2 軸性複屈折体となる。さらにアスペクト比が小さくなると、極限的には正の a - p l a t e になる。

【0086】

図 1 7 に正の a - p l a t e の一例を示す。この構造的複屈折層 8 5 は、基板本体 7 6 の表面に透明な誘電体による突状 8 4 を一定ピッチで格子状に配列することによって構成され、突条 8 4 の幅 W 、高さ h 及び配列ピッチは先の例と同様に波長よりも十分に小さくしてある。光学軸 8 5 a は図示のように格子構造と平行となる。液晶素子に組み込まれる際には、上記構造が形成された基板本体 7 6 の表面が照明光軸あるいは投影光軸に垂直になるように配置され、やはり照明光軸または投影光軸と直交する面内で屈折率が異なる部分が一次元配列となる。なお、位相差は突条 8 4 の高さ h とその屈折率との積となる。高さ h が波長に対して大きくなると屈折率異方性が一軸からずれ、二軸となる。さらに大きくなると、負の c - p l a t e に近づく。

30

【0087】

また、基板本体 7 6 の外面側に上記の構造的複屈折層 8 5 を設ける場合に突条 8 4 による格子構造が空気層に接していてもよいが、他の異なる屈折率をもった誘電体層で、突条 8 4 の相互間を埋めるように全体的に覆ってもよい。また、基板本体 7 6 の内面側に設ける場合にも同様に他の異なる屈折率をもった誘電体層で突条 8 4 の相互間を埋めるようにしてもよい。

40

【0088】

正の c - p l a t e もまた本発明の構造的複屈折層として利用できる。正の c - p l a t e は、図 1 8 に示すように、基板本体 7 6 の表面に透明な誘電体からなる多数の突起 8 6 を垂直に林立させることで作成することができる。突起 8 6 のサイズや配列ピッチは、これまで同様に、光の波長に比して十分に小さいものであればよい。基板本体 7 6 の表面が照明光軸または投影光軸と直交するように配置されるため、図 1 5 ～ 図 1 7 に示す構造的

50

複屈折層 80, 82, 85 とは異なり、屈折率の異なる部分が照明光軸または投影光軸と直交する面内で二次元に分布するようになる。このような構造をもつ構造的複屈折層 87 も、やはりフォトリソグラフィで作成が可能であり、その光学軸 87a は基板本体 76 の表面に垂直となる。また、基板本体 76 の外面側に上記物理的構造部分を設ける場合は、先のものと同様空気層に接していてもよく、外面側、内面側のいずれの場合も屈折率が異なる別の誘電体層で全体的に覆う形態で使用することも可能である。

【0089】

さらに、正の *o-p l a t e* は図 19 に示す形態で得ることができ、このような二次元の物理的構造の配列パターンをもつこれらの構造的複屈折層も本発明の目的のために効果的に用いることができる。図 19 に示す構造的複屈折層 90 は、基板 76 の表面に透明な誘電体からなる突起 91 を一定の傾斜角度で規則的に林立させたもので、フォトリソグラフィにより作成可能である。やはり、これらの構造のサイズや繰り返しピッチは光の波長よりも十分に小さくしておく必要があり、構造表面は空気層あるいは別の透明な誘電体層のいずれに接していてもよい。光学軸 90a は、図示のように基板 76 の表面に対して傾斜し、突起 91 の傾斜方向と平行になる。

【0090】

正の *o-p l a t e* を作成するにあたっては、図 20 に示すように、基板本体 76 の表面に対し、斜め方向から一種類の誘電体を蒸着することによっても得られることが米国特許第 5638197 号公報明細書（前掲特許文献 1）でも知られている。この方法によれば、光の波長に対して十分に小さい物理的構造を簡単に得ることができる。なお、同図中に示す斜線は、基板 76 に斜め方向から成膜を行ったことを模式的に表すためのもので、それぞれ個別の薄膜層を表すものではない。この構造的複屈折層 93 も、基板 76 の表面が照明光軸または投影光軸と垂直になるように配置して用いられ、斜設した薄膜層 94 が *o-p l a t e* 複屈折体の光学異方性を示す。

【0091】

複数の構造的複屈折層を組み合わせる際に、異なった種類の構造的複屈折層を用いることも可能であり、より精密な位相差補償を行い、スクリーンに投影される画像のコントラストをより向上させることができる。また、本発明を適用し得る液晶素子の動作モードとしても、上述した透過型 TN 液晶モードのみならず、反射型 TN 液晶モードや公知の ECB（Electrically Controlled Birefringence）、VA（Vertical Aligned）、OCB（Optically Compensatory Bend）、 FLC（Ferroelectric Liquid Crystal）などの各種の動作モードのものが挙げられ、さらにオフアクシス方式やマイクロレンズ方式などのように、RGB の各色光が液晶素子を異なった入射角度で通過するような光学系を採用したプロジェクタにも本発明は適用可能である。また、駆動方式についても、アクティブマトリクス駆動方式に限らず各種の駆動方式に本発明は適用可能である。

【0092】

さらに、薄膜層を積層した構造的複屈折層を作成するにあたっては、各層の膜厚は必ずしも等しくする必要はなく、また 2 種類の薄膜を交互に積層することによりのみ限られない。例えば屈折率が異なる 3 種類以上の薄膜を適宜の順序、膜厚で積層してもよく、成膜工程の容易さ、各層の内部応力による歪みの吸収、屈折率の波長依存性などを考慮して適宜に設計することが可能である。また、構造的複屈折層は、屈折率が異なる 2 種類あるいはそれ以上の薄膜を積層した多層薄膜だけで構成する必要はなく、例えば図 15～図 20 に示されるような構造的複屈折体と多層薄膜とを組み合わせただけのものであってもよい。

【0093】

【実施例】

〔透過型液晶素子〕

共通電極側の基板本体となる厚さ 0.7 mm のガラス板に、 SiO_2 と TiO_2 を交互に各々膜厚 15 nm で 46 層ずつ電子ビーム蒸着により積層して構造的複屈折層を形成

10

20

30

40

50

した。この構造的複屈折層は、層の厚さが $1.38\mu\text{m}$ で、波長 550nm の光に対して 310nm の負の複屈折を示した。次いで、その上に共通電極となるITO膜をスパッタ法により 100nm の膜厚で成膜した。さらにポリイミドの配向膜形成用樹脂膜を形成してラビングを施すことにより配向膜とし、共通電極側の液晶素子基板を作成した。一方、画素電極側の基板本体となる厚さ 0.7mm のガラス板上に画素電極アレイを作成したものにポリイミドの配向膜形成用樹脂膜を形成してラビングを施すことにより配向膜とし、画素電極側の液晶素子基板を作成した。

【0094】

上記のように作成された各液晶素子基板を、互いにラビング方向が直交するように貼り合わせ、その間に正の誘電率のネマティック液晶を封入し、樹脂製マイクロレンズアレイを貼り合わせてTN液晶素子を作成した。

10

【0095】

このTN液晶素子を用いたプロジェクタは、緑の光に対してコントラストが $550:1$ を示し、構造的複屈折層を設けていないTN液晶素子を用いたプロジェクタのコントラストの $350:1$ に比べて改善効果が認められた。

【0096】

〔反射型液晶素子〕

画素電極アレイが作成されたシリコン基板に垂直配向用ポリイミド配向膜を形成し、ラビングを施して画素電極側の液晶素子用基板を作成した。また、ガラス板に構造的複屈折層と共通電極となるITO膜とを形成し、さらにITO膜の上に垂直配向用ポリイミド配向膜を形成してラビングを施して共通電極側の液晶素子用基板を作成した。この共通電極側のガラス板、構造的複屈折層、ITO膜の仕様は透過型液晶素子の共通電極側のものと同じである。

20

【0097】

上記のように作成された各液晶素子基板を、互いにラビング方向が逆向きで平行となるように貼り合わせ、その間に負の誘電率のネマティック液晶を封入し、VA液晶素子を作成した。

【0098】

このVA液晶素子を用いたプロジェクタは、緑の光に対してコントラストが $900:1$ を示し、構造的複屈折層を設けていないVA液晶素子を用いたプロジェクタのコントラストの $500:1$ に比べて改善効果が認められた。

30

【0099】

【発明の効果】

以上に述べたとおり、本発明によれば、無機材料で作成される構造的複屈折層を液晶素子を構成する液晶素子用基板の基板本体に形成して、位相差補償を行うようにしたから、耐久性に富み、しかもコスト負担も大きくすることなく、スクリーンに投影される画像のコントラストを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】リア方式の液晶プロジェクタの概略を示す外観図である。

【図2】透過型液晶素子を用いた投影ユニットの概略構成図である。

40

【図3】液晶素子の概略的な構造を示す概略断面図である。

【図4】構造的複屈折層の層構造を示す説明図である。

【図5】画素電極側の液晶素子用基板の構成例を示すものである。

【図6】画素電極側の液晶素子用基板の別の構成例を示すものである。

【図7】共通電極側の液晶素子用基板の構成例を示すものである。

【図8】共通電極側の液晶素子用基板の別の構成例を示すものである。

【図9】層間絶縁層を設けた画素電極側の液晶素子用基板を用いた液晶素子の例を示すものである。

【図10】マイクロレンズを併用した例を示すものである。

【図11】共通電極側の液晶素子用基板の外面に構造的複屈折層を設けた液晶素子にマイ

50

クロレンズを併用した例を示すものである。

【図 1 2】反射型液晶素子を用いた投影ユニットの概略構成図である。

【図 1 3】反射型液晶素子の構成例を示すものである。

【図 1 4】シリコン基板に構造型複屈折層を形成した例を示すものである。

【図 1 5】形状パターンを有する構造型複屈折体の一実施形態を示す概念図である。

【図 1 6】形状パターンを有する構造型複屈折体の他の実施形態を示す概念図である。

【図 1 7】形状パターンを有する構造型複屈折体の別の実施形態を示す概念図である。

【図 1 8】構造型複屈折体のさらに別の実施形態を示す概念図である。

【図 1 9】構造型複屈折体のさらに他の実施形態を示す概念図である。

【図 2 0】斜め方向からの成膜で作成された構造型複屈折体の概念図である。

10

【符号の説明】

3 スクリーン

5 投影ユニット

1 1 R, 1 1 G, 1 1 B, 6 1 R, 6 1 G, 6 1 B 液晶素子

1 2 光源

2 6 R, 2 6 G, 2 6 B 偏光板

2 8 R, 2 8 G, 2 8 B 偏光板

2 4 合成プリズム

2 5 投影レンズ

3 0 液晶

20

3 1, 3 2, 6 5 液晶素子用基板

3 3, 3 7 ガラス板

3 4, 6 7 薄膜トランジスタ

3 5, 6 8 画素電極

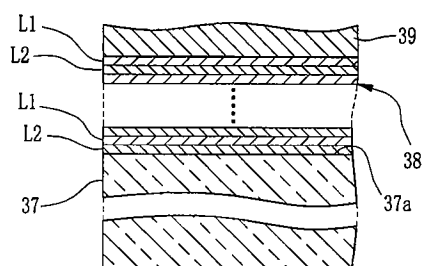
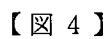
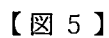
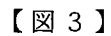
3 6, 4 0, 7 1 配向膜

3 8 構造型複屈折層

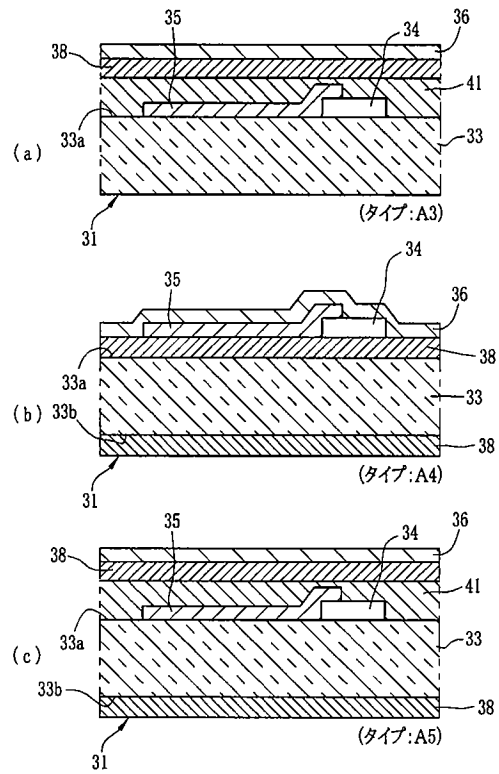
3 9 共通電極

6 6 シリコン基板

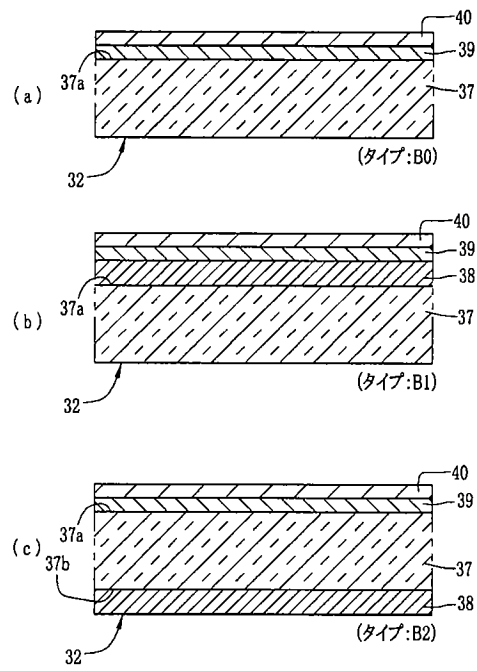
【图 1】



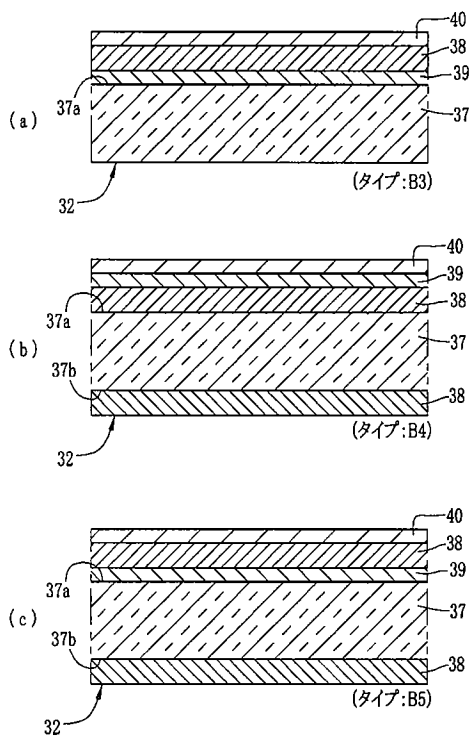
【図 6】



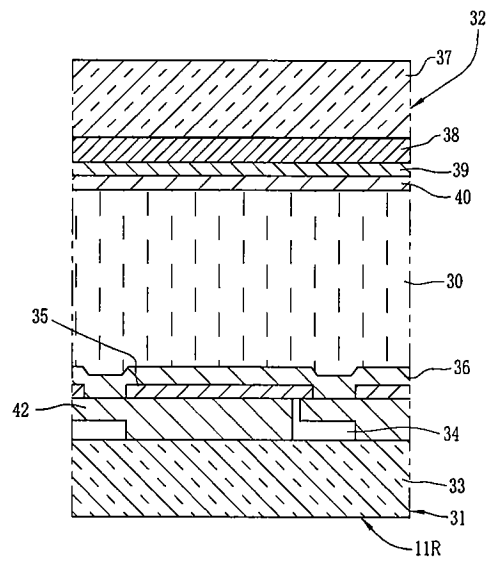
【図 7】



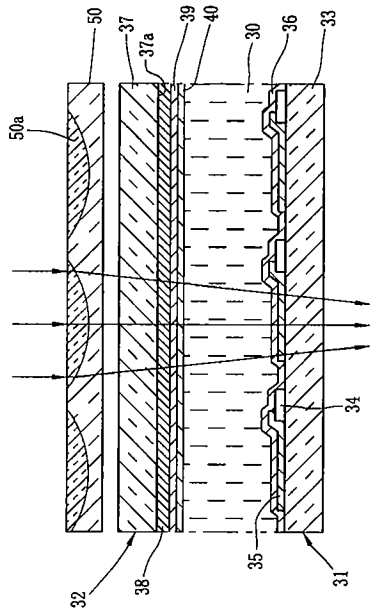
【図 8】



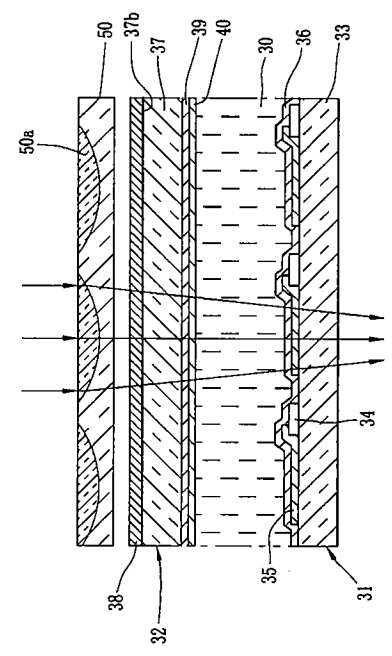
【図 9】



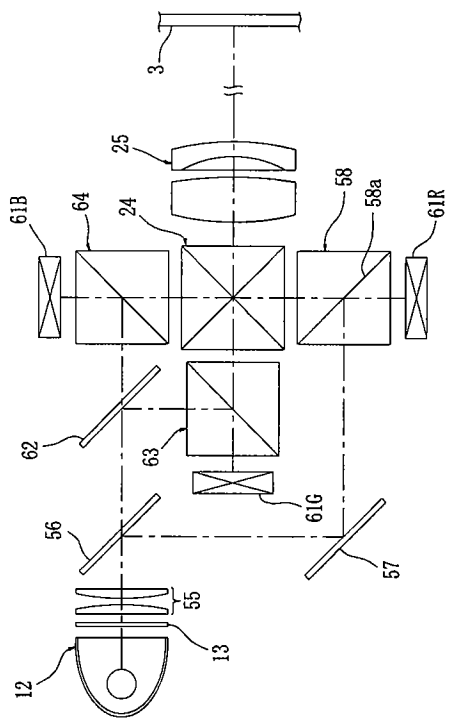
【図10】



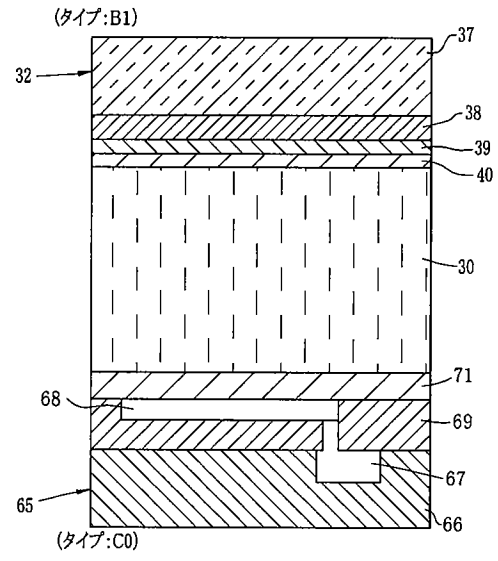
【図11】



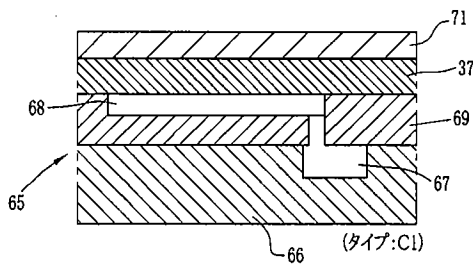
【図12】



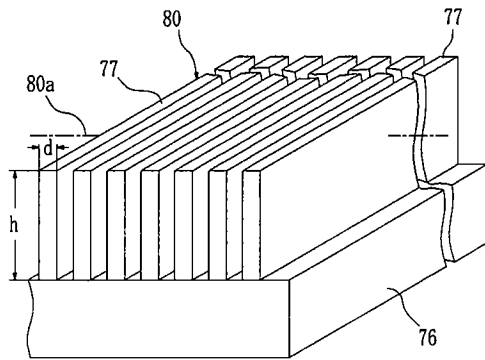
【図13】



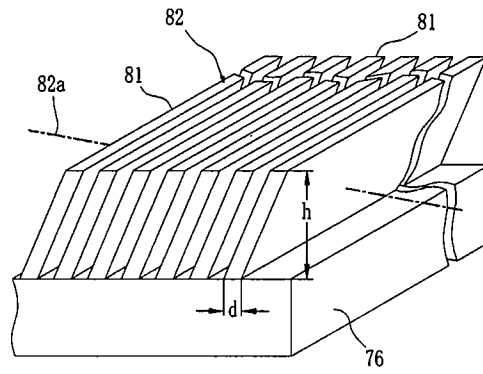
【図 1 4】



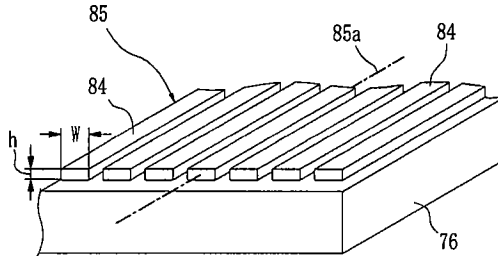
【図 1 5】



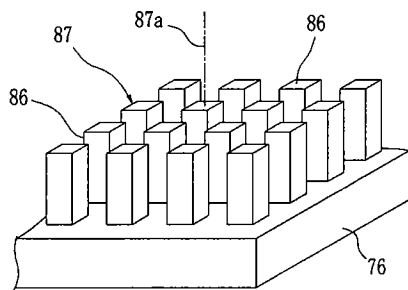
【図 1 6】



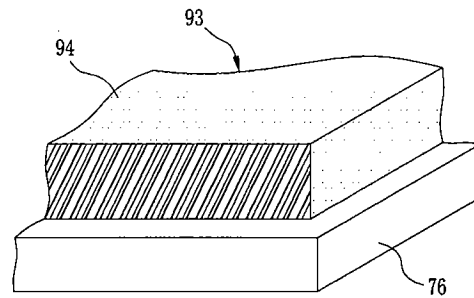
【図 1 7】



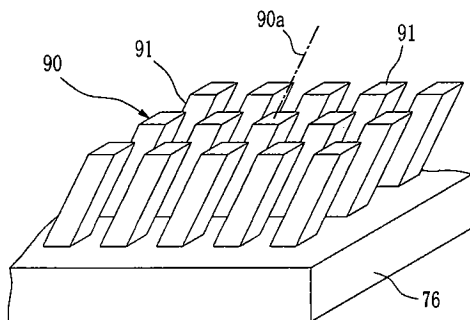
【図 1 8】



【図 2 0】



【図 1 9】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2K103 AA05 AA14 AA16 AB01 BB03 BC12

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-163450

(43)Date of publication of application : 10.06.2004

(51)Int.Cl. G02F 1/13363

G02B 5/30

G02F 1/13

G02F 1/13357

G03B 21/00

(21)Application number : 2002-325645 (71)Applicant : FUJI PHOTO FILM

CO LTD

(22)Date of filing : 08.11.2002 (72)Inventor : NAKAGAWA KENICHI

(54) SUBSTRATE FOR LIQUID CRYSTAL ELEMENT, LIQUID CRYSTAL
ELEMENT, AND LIQUID CRYSTAL PROJECTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the contrast of a projected picture from lowering in the case the picture is projected onto a screen with a liquid crystal projector.

SOLUTION: Red light for illumination turns into linearly polarized light via a polarizing plate and is made incident on the rear surface side of a transmissive liquid crystal element 11R. The liquid crystal element 11R comprises a pair of substrates 31, 32 for the liquid crystal element placed opposite to each other and interposing a liquid crystal layer 30. A structural birefringent layer 38 made of an inorganic material is formed, being integrated with the glass substrate, on an inner surface 37 of a glass plate 37 constituting the substrate 32 for the liquid crystal element on the common electrode 39 side. The common electrode 39

and an alignment layer 40 are formed on the upper layer of the structural birefringent layer 38. The structural birefringent layer 38 compensates the phase difference of light emitted from the liquid crystal element 11R and turns the light emitted from the liquid crystal element 11R into linearly polarized light.

LEGAL STATUS [Date of request for examination] 15.02.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

In the substrate for liquid crystal devices with which the orientation film and an electrode were formed in the inner surface of a substrate body,

The substrate for liquid crystal devices characterized by forming the constitutive property birefringence layer created with the inorganic material for compensating the optical phase contrast of the light of the substrate body in which the light which penetrates a liquid crystal layer carries out incidence which penetrates a liquid crystal layer to one of the 1st page at least.

[Claim 2]

Said constitutive property birefringence layer is a substrate for liquid crystal devices according to claim 1 characterized by including the multilayered film

which has the thin film which consists of a high refractive-index ingredient at least, and the thin film which consists of a low refractive-index ingredient.

[Claim 3]

Said constitutive property birefringence layer is a substrate for liquid crystal devices according to claim 2 characterized by consisting of a multilayered film which carried out the laminating of the thin film which consists of a high refractive-index ingredient, and the thin film which consists of a low refractive-index ingredient by turns.

[Claim 4]

Said constitutive property birefringence layer is a substrate for liquid crystal devices given in claim 1 characterized by being formed in the inner surface of said substrate body thru/or any 1 term of 3.

[Claim 5]

Said constitutive property birefringence layer is a substrate for liquid crystal devices according to claim 4 characterized by being formed between said substrate bodies and electrodes.

[Claim 6]

Said electrode is a substrate for liquid crystal devices according to claim 5 characterized by being a counterelectrode for an active-matrix actuation method.

[Claim 7]

Said constitutive property birefringence layer is a substrate for liquid crystal devices given in claim 1 characterized by being formed in the outside surface of said substrate body thru/or any 1 term of 3.

[Claim 8]

Said constitutive property birefringence layer is a substrate for liquid crystal devices given in claim 1 characterized by being formed in the inner surface and outside surface of said substrate body, respectively thru/or any 1 term of 3.

[Claim 9]

In the liquid crystal device which has the substrate body of the couple countered and allotted, the orientation film and electrode which were formed in the inner surface which each substrate body counters, respectively, and a liquid crystal layer between the substrate bodies of a couple,

The liquid crystal device characterized by compensating the optical phase contrast of the light which the constitutive property birefringence layer of the substrate body in which the light which penetrates a liquid crystal layer carries out incidence created by one of the 1st page with the inorganic material is formed, and penetrates said liquid crystal layer at least.

[Claim 10]

Said constitutive property birefringence layer is a liquid crystal device according to claim 9 characterized by being the multilayered film which carried out the

laminating of the thin film which consists of a high refractive-index ingredient, and the thin film which consists of a low refractive-index ingredient by turns.

[Claim 11]

In the liquid crystal projector which carries out image formation of the image light which irradiated the illumination light from the light source and was modulated by the liquid crystal device by the liquid crystal device which has the substrate body of the couple countered and allotted, the orientation film and electrode which were formed in the inner surface which each substrate body counters, respectively, and a liquid crystal layer between the substrate bodies of a couple on a screen according to a projection optical system,

The liquid crystal projector characterized by compensating the optical phase contrast of the light which the constitutive property birefringence layer of the substrate body in which the light which penetrates a liquid crystal layer carries out incidence created by one of the 1st page with the inorganic material is formed, and penetrates said liquid crystal layer at least.

[Claim 12]

Said constitutive property birefringence layer is a liquid crystal projector according to claim 11 characterized by being the multilayered film which carried out the laminating of the thin film which consists of a high refractive-index ingredient, and the thin film which consists of a low refractive-index ingredient by

turns.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]

This invention relates to the substrate for liquid crystal devices, and a liquid crystal device list at a liquid crystal projector.

[0002]

[Description of the Prior Art]

[Patent reference 1]

U.S. Pat. No. 5638197 description

[Patent reference 2]

JP,2002-14345,A

[Patent reference 3]

JP,2002-31782,A

[Patent reference 4]

JP,2002-131750,A

[Nonpatent literature 1]

Eblen J P Other 5 person . "Birefringent Compensators for Normally White TN-LCDs" . SID Symposium Digest. SOCIETY FOR INFORMATION DISPLAY. 1994. p.245-248

[0003]

A liquid crystal projector projects the light in which light modulation was carried out by the liquid crystal device on a screen, performs image display, and has the frontal system which projects an image from the front-face side of a screen, and the rear method which projects an image from the tooth-back side of a screen. Moreover, although the methods of lighting differ by whether the liquid crystal device to be used is the thing of a transparency mold, or it is the thing of a reflective mold, the image projected anyway is displayed on a liquid crystal device, and it has composition to which lighting is given to this and image formation of the image is carried out on a screen with a projection lens.

[0004]

Although it is possible to use the thing of various modes of operation for the liquid crystal device of a liquid crystal projector, TN (Twisted Nematic) liquid crystal currently used abundantly is explained. TN liquid crystal is in the orientation condition which it is maintained so that the liquid crystal molecule which constitutes the liquid crystal layer between two substrates may become

parallel [the major axis] to a substrate, and a major axis is leaned little by little in the thickness direction, and is twisted 90 degrees on the whole, and with the polarizing plate (one side serves as a polarizer and another side serves as an analyzer) of a couple, as it is inserted, it is used. And according to by any a liquid crystal device shall be used between Nor Marie White and Nor Marie Black, as for the polarizing plate of a couple, either cross Nicol's prism arrangement or parallel Nicol's prism arrangement is chosen.

[0005]

By the way, there is not only TN liquid crystal but a fault generally that an angle of visibility is narrow to a liquid crystal device. When Nor Marie White's TN liquid crystal is made into an example, in the condition of not impressing the electrical potential difference to a liquid crystal layer, a liquid crystal layer shows the optical activity which rotates 90 degrees of plane of polarization for the linearly polarized light which has passed along the polarizing plate according to the torsion array of a liquid crystal molecule. And outgoing radiation of the linearly polarized light which has passed the liquid crystal layer is carried out through the polarizing plate of another side by which cross Nicol's prism arrangement was carried out, and it will be in the White condition. If an electrical potential difference is impressed to a liquid crystal layer, torsion of a liquid crystal molecule disappears, since outgoing radiation of the linearly polarized light

which carried out incidence will be carried out by plane of polarization as it is, the polarizing plate of another side prevents the passage, and it will be in the Black condition.

[0006]

However, liquid crystal acts also as a birefringence medium. In the case of TN liquid crystal mentioned above, in the process in which impress an electrical potential difference to a liquid crystal layer, and the torsion orientation is vanished, optical activity and birefringence are intermingled, and birefringence becomes dominant as the impression level of an electrical potential difference becomes high. And although the linearly polarized light is penetrated as it is since most things for which a liquid crystal layer shows birefringence to vertical-incidence light are lost when torsion of a liquid crystal molecule disappears and it changes into the Black condition, birefringence is shown to oblique-incidence light and the light which carried out incidence by the linearly polarized light comes to be modulated by elliptically polarized light. In this way, the produced elliptically polarized light penetrates the polarizing plate by the side of outgoing radiation selectively, and brings a result which thins the concentration of the Black condition. Since the disposition as such a birefringence medium that a liquid crystal layer has appears gradually also in the shift process from the White condition to the Black condition, when the display

screen is observed from across also under the display condition of halftone, the angular dependence of a modulation factor is not avoided too. The angular dependence of such a modulation factor is a phenomenon looked at by all liquid crystal devices to some extent not to mention TN liquid crystal.

[0007]

In order to improve the above-mentioned fault which a liquid crystal device has, using a phase contrast compensation component together is known for the liquid crystal display of the direct viewing type which carries out direct observation of the image displayed on the liquid crystal device. By using the constitutive property birefringence object which the "Fuji WV Film wide view A" (trade name/following, WV film) by Fuji Photo Film Co., Ltd. was already put in practical use, and carried out the laminating of the thin film to the above-mentioned nonpatent literature 1 as a phase contrast compensation component used for this object as a phase contrast compensation component, even if it enlarges an angle of visibility, not reducing contrast of the display image of TN liquid crystal is introduced. Furthermore, extending the angle of visibility of a liquid crystal display by the optical anisotropy is indicated by the patent reference 1 using the phase contrast compensation component which vapor-deposited the multilayered film from across to the substrate.

[0008]

Although these phase contrast compensation components are applied to the liquid crystal device of a direct viewing type, the right pair of the liquid crystal device of a direct viewing type is mostly carried out to the display screen from the location distant beyond the least distance of distinct vision, and it is an anticipated-use gestalt that image observation is carried out in many cases. And when contrast falls and is temporarily observed by the periphery of the display screen, if a little location of an eye is shifted, the image of the part can also be observed almost normally. Moreover, since the distance between the display screen and an observer becomes large as for the thing of the application which a lot of people observe simultaneously, although the normally observable range is restricted, it cannot happen easily that the contrast of a display image differs selectively.

[0009]

On the other hand, in a liquid crystal projector, the image light modulated by the liquid crystal device is projected on a screen with a projection lens, and it serves as image light diffused on the screen, and serves as an object for observation. Therefore, if it becomes a cause that the light which carries out incidence to a liquid crystal layer aslant, and passes a liquid crystal molecule aslant is contained and the contrast of the projection image itself falls to display black level, even if it compares and observes from what kind of location, lowering of

contrast will not improve at all. It is necessary to lengthen the back focus of a projection lens for that purpose, and in order to raise the contrast of a projection image as much as possible, a projection image should just be obtained from a liquid crystal device, without using the flux of light which carries out outgoing radiation at a big include angle, but by the liquid crystal projector asked for a miniaturization, when attaining miniaturization, it becomes disadvantageous. In order to solve such a difficulty theoretically, also about the liquid crystal device used for a liquid crystal projector, it can be effective to use the amplification technique of the angle of visibility too as used in the field of a direct viewing type liquid crystal panel, and it can raise the contrast of a projection image as a result.

[0010]

Using it from such a background combining a phase contrast compensation component about the liquid crystal device for liquid crystal projectors as well as a direct viewing type liquid crystal device for the object of the improvement in contrast is indicated by the patent reference 2 and the patent reference 3. What consisted of liquid crystal projectors indicated by the patent reference 2 with the organic material like WV film mentioned above as a phase contrast compensation component for TN liquid crystal is used. Moreover, using optically uniaxial birefringence crystals, such as single crystal sapphire and Xtal, for the patent reference 3 as a phase contrast compensation component is indicated.

Moreover, that for which at least optics used discotheque liquid crystal as a phase compensating plate is indicated by the patent reference 4. Each of these phase contrast compensation components acted as a birefringence object which discovers the optical anisotropy depending on the incident angle of light, and has protected from the liquid crystal device that the contrast of an image falls according to the flux of light which carries out outgoing radiation on a big outgoing radiation square.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

However, if the phase contrast compensation component which generally consists of an organic material is put to a strong light including ultraviolet rays for a long time, tenebrescence will tend to produce it. It is in the inclination to change from the brightness of the light source also becoming high as compared with the liquid crystal display monitor of a direct viewing type etc. in order to perform image projection on a screen, in using especially for a liquid crystal projector, and the degree of overheating becoming large gradually and brown practical in about 2000 - 3000 hours. For the application which follows, for example, is used over long duration like home projection television, there is a problem in respect of endurance and utilization has a difficult field. On the other hand, although the phase contrast compensation component using birefringence

objects, such as single crystal sapphire and Xtal, is satisfactory in endurance, the crystal itself, such as sapphire and Xtal, is expensive, and the logging side and thickness of a crystal must be managed to high degree of accuracy. And the adjustment when incorporating a phase contrast compensation component into optical system is also troublesome.

[0012]

Furthermore, in the liquid crystal device of a transparency mold, in order to improve that the numerical aperture in a pixel unit falls by the Black matrix section divided for every pixel on the substrate, there are some which combined the micro lens. However, before and behind a micro lens, when a micro lens was combined, since the include angle of light changed, the expected effectiveness of a phase contrast compensation component may not be acquired, and there was a problem that arrangement of a phase contrast compensation component was restrained.

[0013]

It aims at providing with a liquid crystal projector the substrate for liquid crystal devices and liquid crystal device list whose contrast of the image itself can improve, this invention having been made in consideration of the above-mentioned background, and being excellent in endurance also to a prolonged activity like home television, and there being also few burdens of a

manufacturing cost moreover, and making concomitant use of a micro lens easy further.

[0014]

[Means for Solving the Problem]

This invention forms at least the constitutive property birefringence layer created with the inorganic material for compensating the optical phase contrast of the light of the substrate body in which the light which penetrates a liquid crystal layer carries out incidence which penetrates a liquid crystal layer to one of the 1st page in the substrate for liquid crystal devices according to claim 1, in order to solve the above-mentioned problem.

[0015]

It is made for the multilayered film which has the thin film which consists a constitutive property birefringence layer of a high refractive-index ingredient at least, and the thin film which consists of a low refractive-index ingredient to be included in the substrate for liquid crystal devices according to claim 2.

[0016]

In the substrate for liquid crystal devices according to claim 3, it considers as the multilayered film which carried out the laminating of the thin film which consists a constitutive property birefringence layer of a high refractive-index ingredient, and the thin film which consists of a low refractive-index ingredient by turns.

[0017]

A constitutive property birefringence layer is formed in the inner surface of a substrate body in the substrate for liquid crystal devices according to claim 4.

[0018]

In the substrate for liquid crystal devices according to claim 5, a constitutive property birefringence layer is formed between a substrate body and an electrode.

[0019]

In the substrate for liquid crystal devices according to claim 6, the electrode of the substrate body with which a constitutive property birefringence layer is prepared turns into a counterelectrode for an active-matrix actuation method, and it is needed, and a thing.

[0020]

A constitutive property birefringence layer is formed in the outside surface of a substrate body in the substrate for liquid crystal devices according to claim 7.

[0021]

The substrate for liquid crystal devices according to claim 8 forms a constitutive property birefringence layer in the inner surface and outside surface of a substrate body, respectively.

[0022]

The light which penetrates a liquid crystal layer forms the constitutive property birefringence layer of the substrate body which carries out incidence created by one of the 1st page with the inorganic material at least, and compensates with a liquid crystal device according to claim 9 the optical phase contrast of the light which penetrates said liquid crystal layer.

[0023]

In a liquid crystal device according to claim 10, it considers as the multilayered film which carried out the laminating of the thin film which consists a constitutive property birefringence layer of a high refractive-index ingredient, and the thin film which consists of a low refractive-index ingredient by turns.

[0024]

The light which penetrates the liquid crystal layer of the substrate bodies of a couple with which the orientation film and an electrode were prepared forms the constitutive property birefringence layer of the substrate body which carries out incidence created by one of the 1st page with the inorganic material at least, and compensates with a liquid crystal projector according to claim 11 the optical phase contrast of the light which penetrates said liquid crystal layer.

[0025]

In a liquid crystal projector according to claim 12, it considers as the multilayered film which carried out the laminating of the thin film which consists a constitutive

property birefringence layer of a high refractive-index ingredient, and the thin film which consists of a low refractive-index ingredient by turns.

[0026]

[Embodiment of the Invention]

The appearance of the liquid crystal projector of a rear method is shown in drawing 1 . The screen 3 of a diffuse-transmission mold is formed in the front face of a case 2, and the image projected on the tooth back is observed from a front-face side. The projection unit 5 is built into the interior of a case 2, it is reflected by mirrors 6 and 7 and image formation of the projection image is carried out to the tooth back of a screen 3. This liquid crystal projector can be used as television of a big screen by displaying the playback image of a video signal on the liquid crystal device which built the circuit unit of common knowledge a video signal besides being a tuner circuit etc., and for sound signal playback into the interior of a case 2, and was included in the projection unit 5 as an image display means.

[0027]

The configuration of the projection unit 5 is roughly shown in drawing 2 . The liquid crystal devices 11R, 11G, and 11B of three sheets of a transparency mold are included in this projection unit 5, it is full color and image projection can be performed. By penetrating the filter 13 which cuts ultraviolet rays and infrared

radiation, the synchrotron orbital radiation from the light source 12 turns into the white light containing red light, green light, and blue glow, and carries out incidence to a glass rod 14 according to the illumination-light shaft from the light source to a liquid crystal device. The optical plane of incidence of a glass rod 14 is located near the focal location of the ellipsoid mirror used for the light source 12, and incidence of the light from the light source 12 is efficiently carried out to a glass rod 14.

[0028]

Face to face is stood against the outgoing radiation side of a glass rod 14, and a relay lens 15 is arranged, and the white light from a glass rod 14 turns into parallel light with a relay lens 15 and the latter collimate lens 16, and carries out incidence to a mirror 17. The white light reflected by the mirror 17 is divided into the 2 flux of lights by dichroic mirror 18R which penetrates only red light, it reflects by the mirror 19 and a transmitted red light illuminates liquid crystal device 11R from a tooth back. Moreover, the green light reflected by dichroic mirror 18R and blue glow are divided into the further 2 flux of lights by dichroic mirror 18G which reflect only green light. The green light reflected by dichroic mirror 18G illuminates liquid crystal device 11G from a tooth-back side. It is reflected by mirrors 18B and 20, and the blue glow which penetrated dichroic mirror 18G illuminates liquid crystal device 11B from a tooth back.

[0029]

Each liquid crystal devices 11R, 11G, and 11B consist of TN liquid crystal, respectively, and the concentration pattern image of the red image which constitutes a full color image, a green image, and a blue image is displayed on the each. The synthetic prism 24 is arranged so that a core may come to the location which serves as the equal distance from these liquid crystal devices 11R, 11G, and 11B optically, the outgoing radiation side of the synthetic prism 24 is met, and the projection lens 25 is formed. The synthetic prism 24 has the page [2nd] die clo IKKU sides 24a and 24b in the interior, compounds the red light which has penetrated liquid crystal device 11R, the green light which has penetrated liquid crystal device 11G, and the blue glow which has penetrated liquid crystal device 11B, and it is made it to carry out incidence to the projection lens 25.

[0030]

From the core of the outgoing radiation side of each liquid crystal devices 11R, 11G, and 11B, it passes along the core of the synthetic prism 24 and the projection lens 25, and the projection lens 25 is formed on the projection optical axis which reaches the core of a screen 3. Image formation of the full color image compounded by the synthetic prism 24 since it was made for the image surface side focal plane of the body side focal plane to have corresponded with

the screen 3 in accordance with the outgoing radiation side of liquid crystal devices 11R, 11G, and 11B will be carried out for the projection lens 25 to a screen 3. In addition, about the mirrors 6 and 7 shown in drawing 1 , it has omitted in order to avoid complicated-ization of a drawing.

[0031]

Polarizing plates 26R, 26G, and 26B are formed in the plane-of-incidence side of the illumination light of liquid crystal devices 11R, 11G, and 11B, respectively. Moreover, polarizing plates 28R, 28G, and 28B are formed in the outgoing radiation side side of each liquid crystal device. The polarizing plates 26R, 26G, and 26B by the side of plane of incidence and the polarizing plates 28R, 28G, and 28B by the side of an outgoing radiation side serve as cross Nicol's prism arrangement, and, in the polarizing plate by the side of plane of incidence, the polarizing plate by the side of a polarizer and an outgoing radiation side acts as an analyzer. The constitutive property birefringence layer is prepared in the substrate which constitutes it so that a detail may be later mentioned to liquid crystal devices 11R, 11G, and 11B. In addition, since the operation with the operation of a polarizing plate fundamental [the difference based on each colored light / of a certain thing] prepared in the liquid crystal device prepared for every color channel and its both sides, respectively is substantially common, hereafter, a red channel is represented and is explained.

[0032]

The structure of liquid crystal device 11R is roughly shown in drawing 3 . Liquid crystal device 11R is the thing of a TFT (thin film transistor) method, and active-matrix actuation is carried out. On both sides of the liquid crystal layer 30, the substrates 31 and 32 for liquid crystal devices of a couple counter, and this liquid crystal device 11R is prepared.

[0033]

The substrate 31 for liquid crystal devices consists of a transparent glass plate 33 which is a substrate body, and the thin film transistor 34 formed in inner surface 33a by the side of the liquid crystal layer 30, the transparent pixel electrode 35 and the orientation film 36. Much these are prepared in inner surface 33a of a glass plate 33 in the shape of a matrix, using a thin film transistor 34 and the pixel electrode 35 as 1 set, and 1 set of thin film transistors 34 and the pixel electrode 35 correspond to one pixel of a red image. The orientation film 36 is mostly formed in the whole surface so that a thin film transistor 34 and the pixel electrode 35 may be covered.

[0034]

the transparent glass plate 37 whose substrate 32 for liquid crystal devices of another side is a substrate body, and its inner surface (field by the side of liquid crystal layer) 37a -- the constitutive property birefringence layer 38, the

transparent common electrode (counterelectrode) 39, and the orientation film 40 are mostly ****(ed) by the whole surface sequentially from the glass plate 37 side.

[0035]

In addition, the Black matrix section (graphic display abbreviation) which improves that divide the pixel polar zone 35 for every pixel, and the contrast in a pixel unit falls is formed in the substrate 31 for liquid crystal devices.

[0036]

The constitutive property birefringence layer 38 is formed, and also the above-mentioned liquid crystal device 11R is the same configuration as the liquid crystal device of the conventional TFT method. That is, the shade of a pixel is expressed by controlling the quantity of light which carries out incidence from polarizing plate 26R and which carries out outgoing radiation from polarizing plate 28R by controlling the electrical potential difference impressed to the liquid crystal layer 30 between the pixel electrode 35 and the common electrode 39 by the thin film transistor 34, and changing the orientation position of each inter-electrode liquid crystal layer 30.

[0037]

The red illumination light reflected by the mirror 19 turns into the linearly polarized light by polarizing plate 26R by the side of plane of incidence, and carries out incidence to liquid crystal device 11R. In order that TN liquid crystal

which is used for liquid crystal device 11R in the case of a normally white mode may display the black of an image, a signal level is impressed between the pixel electrode 35 and the common electrode 39. At this time, the liquid crystal molecule contained in the liquid crystal layer 30 takes various orientation positions. For this reason, even if the illumination light serves as the parallel flux of light and carries out incidence to the liquid crystal layer 30, the perfect linearly polarized light does not become, but generally the image light of elliptically polarized light carries out outgoing radiation of the light which carries out outgoing radiation by the optical activity which the liquid crystal layer 30 presents, and birefringence, and sufficient black is not obtained. Moreover, in the case of NOMA reeve rack mode, black level does not become black enough with few inclinations of a liquid crystal molecule.

[0038]

moreover, in the condition of indicating by black, if the linearly polarized light nature of the image light which passed the liquid crystal layer 30 is saved, it will be intercepted by polarizing plate 28R of another side by 4, it will become sufficiently weak reinforcement, and incidence will be carried out to the synthetic prism 24. However, when the light which passes a liquid crystal molecule aslant is contained, the image light modulated by the liquid crystal layer 30 turns into elliptically polarized light to which the slightly optical phase was different from the

linearly polarized light, and sufficient black is not obtained like the above.

[0039]

The constitutive property birefringence layer 38 changes the polarization condition of the light which carries out incidence to it, and compensates optical phase contrast so that the component which image light makes elliptically polarized light by passage of the above liquid crystal layers 30 may be negated.

The image light by which outgoing radiation is carried out turns into image light of the linearly polarized light from liquid crystal device 11R by this, it is made to carry out incidence to polarizing plate 28R, and the contrast of an image is raised.

[0040]

As for the constitutive property birefringence layer 38 with such a function, it is desirable that the multilayered film which has the thin film which is created with an inorganic material and consists of a high refractive-index ingredient at least, and the thin film which consists of a low refractive-index ingredient is included.

The constitutive property birefringence layer 38 shown in drawing 4 is formed as a multilayer which carried out the laminating of the thin films L1 and L2 of the dielectric with which refractive indexes differ mutually to inner surface 37a of the glass plate 37 of liquid crystal device 11R by turns. And the common electrode 39 is formed in the front face of the constitutive property birefringence layer 38

constituted in this way, and the orientation film 40 is formed further.

[0041]

the optical thickness (product of geometric thickness and a refractive index) of each class which constitutes the constitutive property birefringence layer 38 -- the wavelength of light -- enough -- small -- desirable -- $\lambda / 100$ - $\lambda / 5$ -- $\lambda / 30$ - $\lambda / 10$ are more preferably suitable for $\lambda / 50$ - $\lambda / 5$, and a actual target. By this approach, the constitutive property birefringence layer 38 which has optically uniaxial negative birefringence easily can be formed in a glass plate 37.

[0042]

as the ingredient of the thin film layer of a high refractive index -- TiO_2 ($n=2.2-2.4$) ZrO_2 ($n= 2.20$) etc. -- as a low refractive-index ingredient -- SiO_2 ($n=1.40-1.48$) MgF_2 ($n= 1.39$) CaF_2 ($n= 1.30$) etc. -- it can use. Furthermore, the various ingredients listed, for example to below can be used for the thin film layer of a high refractive index and a low refractive index which constitutes the constitutive property birefringence layer 37 of this invention. In addition, the numeric value shown in () expresses the order-of-magnitude value of a refractive index. CeO_2 (2.45) SnO_2 (2.30) Ta_2O_5 (2.12) In_2O_3 (2.00) ZrTiO_4 (2.01) HfO_2 (1.91) aluminum₂ O₃ (1.59-1.70) MgO (1.7), AlF_3 A diamond thin film, LaTiOX Samarium oxide etc. moreover, as a combination of the charge of high

refractive-index thin film layer lumber, and a low refractive-index thin film layer ingredient $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ although it is desirable -- in addition, $\text{Ta}_2\text{O}_5/\text{aluminum}_2\text{O}_3$ $\text{HfO}_2/\text{SiO}_2$ MgO/MgF_2 $\text{ZrTiO}_4/\text{aluminum}_2\text{O}_3$ $\text{CeO}_2/\text{CaF}_2$ $\text{ZrO}_2/\text{SiO}_2$ $\text{ZrO}_2/\text{aluminum}_2\text{O}_3$ etc. -- it is mentioned.

[0043]

Moreover, although required sum total thickness is obtained, since the thinner one of each optical thickness is good since it is necessary to avoid that the interference phenomenon of light arises between the thin films L1 and L2 by which the laminating was carried out, but the count of membrane formation increases. If in charge of the design of a realistic thickness configuration, in consideration of the desired rate operation of a birefringence, the refractive index of each class, a film parameter, and sum total thickness are decided. It is necessary to care about selection of an ingredient so that nonconformities, such as generating of the crack which originates in internal stress after membrane formation further fully in consideration of thin film interference about coloring, may not arise.

[0044]

In addition, in order to manufacture the constitutive property birefringence layer 38 which consisted of multilayered films, a vacuum deposition method and the spatter forming-membranes method can be used effectively. In order to form two

kinds of thin film layers of a high refractive-index thin film layer and a low refractive-index thin film layer by turns A shutter is formed, respectively so that each evaporation source can be covered to the glass plate 37 used as the object for membrane formation. Open and close these shutters by turns. Carry out the laminating of two kinds of thin film layers by turns, or Or it can be made to be able to hold to the substrate holder which carries out circulation migration of the glass plate 37 with a fixed speed, and technique, such as carrying out the laminating of two kinds of thin films by turns one by one, can be taken by passing each evaporation source top in the process in which circulation migration of the glass plate 37 is carried out. Since what is necessary is to face that this obtains a multilayered film and to carry out vacuum suction of the vacuum tub only once, manufacture effectiveness can be raised.

[0045]

The design procedure of the constitutive property birefringence layer 38 by such multilayered film is as follows. rate of birefringence Δn of the constitutive property birefringence layer 37 -- "-- it is decided like a publication by the ratio of the optical thickness of two kinds of thin films with which refractive indexes differ that it will be optical volume [27th] No. 1 (1998) p.12-17", and such a large value is acquired that a difference is in each refractive index. Moreover, phase contrast is given by the product " $d\Delta n$ " with the geometric sum total thickness

d of rate of birefringence Δn , and the constitutive property birefringence layer 38. Therefore, in order to acquire desired phase contrast, it asks for a film parameter to which the value of rate of birefringence Δn obtained from those ingredients becomes large, and the physical sum total thickness d of a required constitutive property birefringence layer is determined from the rate of birefringence Δn . What is necessary is just to choose a number of layers, taking manufacture fitness into consideration a condition [that the product of the geometric thickness of each thin film and a number of layers becomes the sum total thickness d, and geometric thickness being in the range of the above optical thickness].

[0046]

In addition, as what acquires an optical operation of a proper with the multilayered film which carried out the laminating of the dielectric thin film with which refractive indexes differ, although a dichroic mirror, a polarization beam splitter, color composition prism, an antireflection film, etc. are known, the optical thickness is designed so that it may become $\lambda/4$ of integral multiples, and, as for each thin film layer which constitutes these multilayered films, all attain the desired end using the interference phenomenon of light. Since rate of birefringence Δn of a proper is determined by the ratio of that this point and the constitutive property birefringence layer 38 mentioned above have the

optical thickness of each thin film layer thinner than $\lambda/4$, and the optical thickness of two kinds of thin films, it turns out that the interference phenomenon of light is a thing based on a completely different operation principle.

[0047]

The constitutive property birefringence layer 38 compensates that the modulation factor of a phase changes with include angles of the light which passes the liquid crystal layer 30. For this reason, since lowering of contrast can be suppressed even if the include angle of the light which passes the liquid crystal layer 30 becomes large, it becomes possible to use optical system with big numerical aperture. Therefore, a lens with big aperture is adopted, the optical path length can be shortened, size of a liquid crystal device can be made small, or the selection range of a design factor, such as lowering a manufacturing cost, can be made [**** / raising the utilization effectiveness of light / **** / attaining miniaturization / the whole optical system can be made small and] large.

[0048]

The above constitutive property birefringence layers 38 are formed in inner surface 37a of the glass plate 37 by the side of a common electrode, and also they can be prepared in the outside surface (field of a liquid crystal layer and an opposite hand) of the glass plate 37 by the side of a common electrode, and the substrate 31 for liquid crystal devices by the side of a pixel electrode. Moreover,

the constitutive property birefringence layer 38 is formed on the surface of a glass plate, and also it may be prepared between the orientation film and an electrode, and may form the constitutive property birefringence layer 38 in glass plate both sides. Furthermore, various kinds of substrates 31 and 32 for liquid crystal devices with which the constitutive property birefringence layer 38 was formed with various kinds of gestalten in this way are combinable.

[0049]

Drawing 5 thru/or drawing 7 show the various examples of the layer system of the substrate for liquid crystal devices, drawing 5 and drawing 6 show the example of the substrate layer system for liquid crystal devices by the side of a pixel electrode, and drawing 7 and drawing 8 show the example of the layer system of the substrate for liquid crystal devices by the side of a common electrode, respectively. In addition, the same sign is substantially given to the same thing with what is shown in drawing 3 , and detailed explanation is omitted. Moreover, each substrate for liquid crystal devices is explained for convenience using the type name indicated all over drawing.

[0050]

The substrate 31 for liquid crystal devices of Type A0 shown in drawing 5 (a) is used combining the substrate 32 for liquid crystal devices which it is the same as what is shown in drawing 3 , and there is no constitutive property birefringence

layer, and formed the constitutive property birefringence layer 38. The substrate 31 for liquid crystal devices of Type A1 shown in drawing 5 (b) forms the constitutive property birefringence layer 38 in inner surface 33a of the glass plate 33, forms a thin film transistor 34 and the pixel electrode 35 in the upper layer of the constitutive property birefringence layer 38, and **** the orientation film 36 in the upper layer further. The thing of Type A2 shown in drawing 5 (c) forms a thin film transistor 34, the pixel electrode 35, and the orientation film 36 in inner surface 33a of a glass plate 33 like Type A0, and forms the constitutive property birefringence layer 38 in outside 33b of a glass plate 33.

[0051]

The substrate 31 for liquid crystal devices of type A3 shown in drawing 6 (a) forms the constitutive property birefringence layer 37 between the pixel electrode 35 and the orientation film 36. In the example of this type A3, after forming the transparent flattening layer (for example, SiO₂) 41 in the thin film transistor 34 on inner surface 33a, and the upper layer of the pixel electrode 35, the constitutive property birefringence layer 38 is formed, and the orientation film 36 is formed in the upper layer of this constitutive property birefringence layer 38. The substrate 31 for liquid crystal devices of type A4 shown in drawing 6 (b) is forming the constitutive property birefringence layer 38 also in outside 33b of a glass plate 33, and forms the constitutive property birefringence layer 38 in the

2nd page while it forms the constitutive property birefringence layer 38 in inner surface 33a like Type A1 shown in drawing 5 (b). The thing of type A5 shown in drawing 6 (c) makes the layer system by the side of an inner surface the same as type A3, forms the constitutive property birefringence layer 38 also in outside 33b of a glass plate 33, and makes the constitutive property birefringence layer 38 the 2nd page.

[0052]

In addition, as mentioned above, although it is necessary to insulate electrically mutually, since the constitutive property birefringence layer 38 consists of dielectrics, i.e., an electric insulator, even if each pixel electrode 35 formed in a glass plate 33 is close to each pixel electrode 38 and is formed, it does not short-circuit each [these] pixel electrode 38.

[0053]

The substrate 32 for liquid crystal devices of Type B0 shown in drawing 7 (a) is used combining the substrate 31 for liquid crystal devices by the side of the pixel electrode which has not prepared the constitutive property birefringence layer and prepared the constitutive property birefringence layer. The substrate 32 for liquid crystal devices of Type B1 shown in drawing 7 (b) is the same as what is shown in drawing 3 , forms the constitutive property birefringence layer 38 in inner surface 37a, and **** the common electrode 39 and the orientation film 40

one by one in the upper layer of the constitutive property birefringence layer 38.

The substrate 32 for liquid crystal devices of type B-2 shown in drawing 7 (c) forms the common electrode 39 and the orientation film 40 in inner surface 37a of a glass plate 37 like Type B0, and forms the constitutive property birefringence layer 38 in outside 37b.

[0054]

The substrate 32 for liquid crystal devices of Type B3 shown in drawing 8 (a) forms the constitutive property birefringence layer 38 between the common electrode 39 and the orientation film 40. This forms the constitutive property birefringence layer 38, after forming the common electrode 39 on inner surface 37a of a glass plate 37, and it forms the orientation film 40 in the upper layer of this constitutive property birefringence layer 38. The thing of type B4 shown in drawing 8 (b) is forming the constitutive property birefringence layer 38 also in outside 37b of a glass plate 37, and forms the constitutive property birefringence layer 38 in the 2nd page while it **** the constitutive property birefringence layer 38, the common electrode 39, and the orientation film 40 one by one to inner surface 37a of a glass plate 37 as well as Type B1. The thing of type B5 shown in drawing 8 (c) forms the constitutive property birefringence layer 38 also in outside 37b of a glass plate 37, and forms the constitutive property birefringence layer 38 in the 2nd page while it forms the common electrode 39, the constitutive

property birefringence layer 38, and the orientation film 40 in inner surface 37a as well as Type B3.

[0055]

In addition, other layers, such as a constitutive property birefringence layer, various electrodes, a thin film transistor, orientation film, and the above-mentioned Black matrix section, may be collectively formed in each substrates 31 and 32 for liquid crystal devices. For example, as shown in drawing 9 , the layer insulation layer 42 may be formed between a thin film transistor 34 and the pixel electrode 35, and a constitutive property birefringence layer may be formed in the substrate for liquid crystal devices which, of course, has such a layer insulation layer 42.

[0056]

The height of the manufacturing cost in the combination of each above-mentioned substrates 31 and 32 for liquid crystal devices, the quality of camber adjustment, and the quality of the optical compensation engine performance are shown in a table 1.

[0057]

[A table 1]

組合No.	面数	コスト	ソリ調整	光学補償性能
1	1	1	×	△
2	2	2	○	△
3	1	1	×	△
4	2	2	△	○
5	3	3	○	○
6	2	2	○	△
7	3	3	○	○
8	4	4	◎	○

組合No.と構造的複屈折層の配置

- 1: 共通電極側片面
- 2: 共通電極側両面
- 3: 画素電極側片面
- 4: 共通電極側片面 + 画素電極側片面
- 5: 共通電極側両面 + 画素電極側片面
- 6: 画素電極側両面
- 7: 共通電極側片面 + 画素電極側両面
- 8: 共通電極側両面 + 画素電極側両面

[0058]

Make into "one side" the case where the constitutive property birefringence layer is prepared in either the inner surface side of a glass plate, or the outside surface in the above-mentioned table 1, and the case where the constitutive property birefringence layer is prepared in both the inner surface side of a glass plate and the outside surface is made into "both sides." each substrates 31 and 32 for liquid crystal devices are classified, those combination is boiled, union No.1-9 are attached, and the height of a manufacturing cost, the quality of

camber adjustment, and the quality of the optical compensation engine performance are shown. A actual combination of the substrates 31 and 32 for liquid crystal devices corresponding to "union No." is as being shown in the following table 2.

[0059]

[A table 2]

		共通電極タイプ					
		B0	B1	B2	B3	B4	B5
画素電極タイプ	A0	－	1	1	1	2	2
	A1	3	4	4	4	5	5
	A2	3	4	4	4	5	5
	A3	3	4	4	4	5	5
	A4	6	7	7	7	8	8
	A5	6	7	7	7	8	8

[0060]

The column of the cost of a table 1 shows that a manufacturing cost is so high that a figure is large. Moreover, camber adjustment expresses that camber adjustment is impossible for "x", and means that adjustment can carry out more preferably in order of "x", "O", and "O." A desirable result is obtained for "x" and, as for the optical compensation engine performance, "O" means that a more

desirable result can be obtained.

[0061]

Although temperature rises in response to light with the strong liquid crystal device for projectors, a contrast property changes with the thermal expansion of liquid crystal, and temperature dependence of the rate of a birefringence in that case. In such a situation, if the camber of a substrate is large, the homogeneity within the screen of contrast will be spoiled. Therefore, in the substrate for liquid crystal devices for liquid crystal projectors, the camber of a substrate is an important property and it is desirable that it is controllable to a precision also including the temperature dependence property.

[0062]

As a table 1 shows, it is good to prepare a constitutive property birefringence layer the 1st [at least] page at a time in each substrates 31 and 32 for liquid crystal devices from the point of the optical compensation engine performance, and it turns out from a viewpoint of camber adjustment that it is good to prepare a constitutive property birefringence layer in each both sides of each glass plates 33 and 37 preferably [preparing a constitutive property birefringence layer in both sides of one of glass plates at least], and more preferably.

[0063]

In addition, in the case of a configuration [having formed the constitutive

property birefringence layer 38 between the electrode and the glass plate (substrate body) like type A3, the substrate 31 for liquid crystal devices of A5, or Type B3 and the substrate 32 for liquid crystal devices of B5], there is an advantage that the style reclamation birefringence layer 38 which consists of dielectrics, i.e., an insulator, can be operated also as an insulating layer for inter-electrode short circuit prevention.

[0064]

On the other hand, in order to connect an electrode with an external circuit, it is necessary to prepare the area which made the electrode expose without preparing a constitutive property birefringence layer out of the viewing area of a glass plate. Although the technique from which such patterning removes a part of constitutive-property birefringence layer by the photolithography, and the technique of carrying out mask vacuum evaporation so that a constitutive property birefringence layer may not be formed in the part of the electrode which should be exposed can be used, a constitutive-property birefringence layer has the difficulty that many thin films with which etching nature differs are carrying out the laminating, and since a membrane-formation process is influenced for every design of a liquid crystal device, it has the fault that production control becomes complicated, by mask vacuum evaporation. Furthermore, when a constitutive property birefringence layer is prepared between a pixel electrode

and a common electrode, it is based on the thickness of the layer, and the electrical potential difference impressed to a liquid crystal layer must also take into consideration the point of falling at the capacitive component rate by the constitutive property birefringence layer.

[0065]

In order that each field of the constitutive property birefringence layer 38 may contact an ingredient with a refractive index higher than air in the case where the constitutive property birefringence layer 38 is formed in the inner surface side of a glass plate like Type A1, A3, A4, the substrate 31 for liquid crystal devices of A5, Types B1 and B3, B4, and the substrate 32 for liquid crystal devices of B5, the reflection factor of the light in those interfaces is very low compared with the optical compensation component which touches air in a field. Therefore, there is an advantage that the acid-resisting layer of an interface can be simplified or it can omit. moreover, the constitutive property birefringence layer 33 -- getting damaged -- etc. -- there is also an advantage that it can prevent.

[0066]

When the constitutive property birefringence layer 38 prepares in the outside surface of a glass plate like Type A2, A4, the substrate 31 for liquid crystal devices of A5 and type B-2, B4, and the substrate 32 for liquid crystal devices of B5, in order to prevent with [of the constitutive property birefringence layer 38] a

blemish, it is also desirable to prepare a transparent protective layer in the upper layer of the constitutive property birefringence layer 38.

[0067]

With the configuration which prepared the constitutive property birefringence layer in the substrate body, the include angle which passes the liquid crystal layer, and the include angle which passes a constitutive property birefringence layer can be made the same about the light which passes a liquid crystal layer. Moreover, although it is difficult to prepare the phase contrast compensation component created using the polymer ingredient etc. inside a liquid crystal device, in the constitutive property birefringence layer created with the above inorganic materials, it is possible and also has sufficient endurance to heat, ultraviolet rays, etc.

[0068]

The liquid crystal device of this invention is combinable with a micro lens like the example shown in drawing 10 . The micro-lens array 50 is allotted to the plane-of-incidence side of a liquid crystal device. Micro-lens 50a is formed in the micro-lens array 50 for every pixel. This micro-lens 50a is created by giving the refractive-index distribution which followed the glass plate using the ion-exchange technique. Of course, as a micro lens, what processed glass and resin into the lens configuration may be used. Micro-lens 50a improves that the

numerical aperture in a pixel unit falls by the Black matrix section (not shown) formed in the glass plate 33 by the side of the outgoing radiation side which has divided the pixel electrode 35 for every pixel.

[0069]

By combining micro-lens 50a, the illumination light made into the linearly polarized light with the polarizing plate used as a polarizer is made into the convergence flux of light by micro-lens 50a, reaches the liquid crystal layer 30 through a glass plate 37, the constitutive property birefringence layer 38, the common electrode 39, and the orientation film 40, and penetrates and carries out outgoing radiation of a glass plate 33 and the polarizing plate used as an analyzer through the orientation film 36 and the pixel electrode 35 further.

[0070]

The constitutive property birefringence layer 38 has the big advantage that become especially effective when an include angle is attached to the light which carries out incidence by micro-lens 50a like this example since it is for compensating that the modulation factor of a phase changes with include angles of the light which passes the liquid crystal layer 30, and the design which enlarged improvement in contrast and numerical aperture of micro-lens 50a is attained.

[0071]

Although it is the substrate 32 for liquid crystal devices which formed the constitutive property birefringence layer 38 in inner surface 37a of the glass plate 37 by the side of a common electrode in the above-mentioned example, the substrate 32 for liquid crystal devices of the type formed in outside 37b of a glass plate 37 as shown, for example in drawing 11 may be used. Moreover, you may be the combination of the substrates 31 and 32 for liquid crystal devices of various kinds of layer systems shown in drawing 5 thru/or drawing 8 in addition to this.

[0072]

The constitutive property birefringence layer created with the inorganic material of this invention is applicable also to a reflective mold liquid crystal device. An example of the projection unit using a reflective mold liquid crystal device is shown in drawing 12 . By penetrating a filter 13, the synchrotron orbital radiation from the light source 12 turns into the white light into which ultraviolet rays and infrared radiation were cut, and carries out incidence to the dichroic mirror 56 which penetrates the condensing optical system 55 and reflects only red light. Incidence of the reflected red light is carried out to the polarization beam splitter 58 in which it reflected in by the mirror 57 and polarization film 58a was installed. An s-polarized light component serves as the linearly polarized light by polarization film 58a, it is reflected, and incidence is carried out to liquid crystal

device 61R of a reflective mold. In addition, among the green light and blue glow which penetrated the dichroic mirror 56, it is reflected with a dichroic mirror 62, incidence of the green light is carried out to a polarization beam splitter 63, and incidence of the blue glow which penetrated the dichroic mirror 62 is carried out to a polarization beam splitter 64.

[0073]

Liquid crystal device 61R of the reflective mold used here has composition as shown in drawing 13 . In drawing 13 , the same sign is substantially given to the same configuration member with the above, and the explanation is omitted. Moreover, the layer system of the substrate for liquid crystal devices by the side of the common electrode 39 with which the constitutive property birefringence layer 38 was formed is the same as the first operation gestalt.

[0074]

The substrate 65 for liquid crystal devices by the side of a pixel electrode is using the opaque silicon substrate 66 as the substrate body. The pixel circuit 67 which controls inter-electrode applied voltage is formed in this silicon substrate 66 for every pixel, and the pixel electrode 68 is connected to it in that pixel circuit 67, respectively. The pixel electrode 68 serves as a reflecting plate created with the ingredient with the high reflection factor of aluminum, silver, etc., and reflects the light which has penetrated the liquid crystal layer 30. A silicon substrate 66,

the pixel electrode 68, and in between, the layer insulation layer 69 is formed, and the orientation film 71 is formed so that the pixel electrode 68 and the layer insulation layer 69 may be covered.

[0075]

Incidence of the light made into the linearly polarized light by the polarization beam splitter 58 is carried out to the liquid crystal layer 30 through the substrate 32 for liquid crystal devices, and it carries out incidence to the pixel electrode 68 through the orientation film 71. And it is reflected with this pixel electrode 68, and incidence is carried out to a polarization beam splitter 58 through the orientation film 71, the liquid crystal layer 30, and the substrate 32 for liquid crystal devices. In case light penetrates the substrate 32 for liquid crystal devices, the light penetrates the constitutive property birefringence layer 38 formed in the glass plate 37. Since the linearly polarized light which carried out incidence to the polarization beam splitter 58 again serves as a p-polarized light component to polarization film 58a, it penetrates polarization film 58a and it carries out incidence to the synthetic prism 24. In addition, the function of the synthetic prism 24 and the projection lens 25 is completely the same as that of a previous operation gestalt.

[0076]

In the constitutive property birefringence layer 38 used here, in order for light to

pass twice in the time of carrying out outgoing radiation to the time of carrying out incidence to the liquid crystal layer 30, it is necessary to design the phase contrast by the birefringence of constitutive property birefringence layer 38 the very thing in consideration of this. Moreover, also when using the liquid crystal device of a reflective mold by the off axis, it can use.

[0077]

The constitutive property birefringence layer 38 may be formed in the substrate 65 for liquid crystal devices by the side of a pixel electrode. Drawing 14 shows the example which formed the constitutive property birefringence layer 38 in the substrate 65 for liquid crystal devices by the side of a pixel electrode, and the constitutive property birefringence layer 38 is formed between the pixel electrode 68 by the side of a silicon substrate 66, and the orientation film 71. Moreover, the substrate 65 for liquid crystal devices of each type by the side of the pixel electrode shown in drawing 13 and drawing 14 is combinable with the glass plate of Type B0 shown in drawing 7 and drawing 8 - B5. Of course, the combination of the substrate 65 for liquid crystal devices and the substrate 32 for liquid crystal devices of Type B0 which are shown in drawing 13 is removed.

[0078]

The manufacturing cost in the combination of the above-mentioned substrate 65 for liquid crystal devices and the substrate 32 for liquid crystal devices of Type

B0 - B5, the quality of camber adjustment, and the quality of the optical compensation engine performance are similarly shown with a table 1 in the following table 3. It is as being shown in the actual combination table 4 of "union No." showing in a table 3, and the substrate 65 for liquid crystal devices of the layer system which shows the substrate 32 for liquid crystal devices of the layer system shown in drawing 13 to Type C0 and drawing 14 is considered as Type C1.

[0079]

[A table 3]

組合No.	面数	コスト	ソリ調整	光学補償性能
1	1	1	×	×～△
2	2	2	○	△
3	1	1	×	×～△
4	2	2	△	○
5	3	3	○	△

組合No.と構造的複屈折層の配置

- 1: 共通電極側片面
- 2: 共通電極側両面
- 3: シリコン基板1面
- 4: 共通電極側片面+シリコン基板1面
- 5: 共通電極側両面+シリコン基板1面

[0080]

[A table 4]

		共通電極側タイプ					
		B0	B1	B2	B3	B4	B5
シリコン基板タイプ	C0	-	1	1	1	2	2
	C1	3	4	4	4	5	5

[0081]

In addition, it cannot be overemphasized that this invention is applicable also to the configuration made into the reflective mold liquid crystal device by arranging a reflecting plate to one field of the liquid crystal device of a transparency mold.

[0082]

The constitutive property birefringence layer used for this invention can use the thing of various gestalten created not only with the layered product of a multilayered film as shown in drawing 4 but with the inorganic material. Although the optical axis which an optical anisotropy does not discover is mentioned as an example which is an optically uniaxial negative birefringence layer corresponding to the normal of a glass plate, and is used as c-plate, as the thin film layered product which explains previously and is shown in drawing 4 is shown in drawing 15 as a thing with optically uniaxial [negative], it is also possible to use the constitutive property birefringence layer 80 which arranged the transparent tabular projection 77 in the shape of a grid. In addition, a sign 76

is a glass plate by the side of a substrate body, i.e., a common electrode, or a pixel electrode, or the silicon substrate of the reflective mold LCD.

[0083]

Thickness [of the tabular projection 77 which constitutes the physical structure of this constitutive property birefringence layer 80] d , height h , and array spacing are fully small to the wavelength of light, for example, as for $\lambda / 100 - \lambda / 5$, and optical-axis 80a that does not show an optical anisotropy to $\lambda / 50 - \lambda / 5$, and a actual target that what is necessary is just about $\lambda / 30$ to $\lambda / 10$, optical thickness serves as the direction of a graphic display preferably. It is used as a-plate by being incorporated as a substrate for liquid crystal devices which constitutes a liquid crystal device. And since the tabular projection 77 is arranged by the single dimension in the field which intersects perpendicularly with an illumination-light shaft or a projection optical axis, a different refractive index by the air space and the tabular projection 77 comes to be distributed by turns in the direction of the one-dimensional array.

[0084]

Moreover, it is useful when the constitutive property birefringence layer 82 which inclined and arranged the transparent tabular projection 81 on the substrate body 76 also attains the object of this invention, as shown in drawing 16 . Since it is arranged so that this constitutive property birefringence layer 82 may also act

as a negative optically uniaxial birefringence object and the field of the substrate body 76 may become vertical to an illumination-light shaft or a projection optical axis, it is used as o-plate. Physical structure for the part from which a refractive index differs to give a refractive index different moreover by becoming an one-dimensional array will incline to an illumination-light shaft or a projection optical axis in the field where an illumination-light shaft or a projection optical axis, and this constitutive property birefringence layer 82 also cross at right angles.

[0085]

The physical repeat structure pattern which these constitutive property birefringence layers 80 and 82 have can be created by the photolithography. In addition, in order to acquire the operation as a negative optically uniaxial birefringence object, it is necessary to enlarge the aspect ratio expressed with height h to the width of face d of each tabular projection 77 and 81 enough. When this aspect ratio is not large enough, it is n_x of an index ellipsoid. n_y n_z It becomes an altogether different biaxial nature birefringence object. If an aspect ratio furthermore becomes small, it will become forward a-plate in limit.

[0086]

An example of forward a-plate is shown in drawing 17 . This constitutive property birefringence layer 85 is constituted by arranging the shape of ** 84 by the

dielectric transparent on the front face of the substrate body 76 in the shape of a grid at constant pitch, and the width of face W of a protruding line 84, height h , and an array pitch are made smaller enough than wavelength like the previous example. Optical-axis 85a becomes grids structure and parallel like a graphic display. In case it is included in a liquid crystal device, it is arranged so that the front face of the substrate body 76 in which the above-mentioned structure was formed may become vertical to an illumination-light shaft or a projection optical axis, and the part from which a refractive index differs in the field which intersects perpendicularly with an illumination-light shaft or a projection optical axis too serves as an one-dimensional array. In addition, phase contrast serves as a product of the height h and the refractive index of a protruding line 84. If height h becomes large to wavelength, a refractive-index anisotropy will shift from one shaft, and will become two shafts. If it becomes still larger, negative c-plate will be approached.

[0087]

Moreover, when forming the above-mentioned constitutive property birefringence layer 85 in the outside surface side of the substrate body 76, the grids structure by the protruding line 84 may be in contact with the air space, but by the dielectric layer with the refractive index from which others differ, on the whole, you may cover so that between protruding lines 84 may be buried.

Moreover, also when preparing in the inner surface side of the substrate body 76, you may make it between protruding lines 84 filled with a dielectric layer with the refractive index from which others differ similarly.

[0088]

Forward c-plate can also be used as a constitutive property birefringence layer of this invention. Forward c-plate can be created by making the front face of the substrate body 76 bristle with the projection 86 of a large number which consist of a transparent dielectric vertically, as shown in drawing 18 . The size and the array pitch of projection 86 should just be small enough similarly [until now] as compared with the wavelength of light. Since it is arranged so that an illumination-light shaft or a projection optical axis, and the front face of the substrate body 76 may cross at right angles, it comes to be distributed over two dimensions in the field where an illumination-light shaft or a projection optical axis, and the part from which it differs in the constitutive property birefringence layers 80, 82, and 85 shown in drawing 15 - drawing 17 , and a refractive index differs cross at right angles. Also being able to create too the constitutive property birefringence layer 87 with such structure by the photolithography, the optical-axis 87a becomes vertical to the front face of the substrate body 76. Moreover, in the case where a part for the above-mentioned physical structured division is prepared in the outside surface side of the substrate body 76, it may

be in contact with the air space like the previous thing, and it is also possible to use it with a wrap gestalt on the whole by another dielectric layer from which a refractive index differs in any [by the side of an outside surface and an inner surface] case.

[0089]

Furthermore, forward o-plate can be obtained with the gestalt shown in drawing 19 , and can also use effectively because of the object of this invention these constitutive property birefringence layers with the array pattern of the physical structure which is such two dimensions. The constitutive property birefringence layer 90 shown in drawing 19 was able to make the front face of a substrate 76 able to bristle with the projection 91 which consists of a transparent dielectric regularly by whenever [fixed tilt-angle], and can be created by the photolithography. Too, the size and the repeat pitch of such structures needed to be made smaller enough than the wavelength of light, and the structure front face may be in contact with any of an air space or another transparent dielectric layer. Optical-axis 90a inclines to the front face of a substrate 76 like a graphic display, and becomes the dip direction of projection 91, and parallel.

[0090]

In creating forward o-plate, as shown in drawing 20 , being obtained also by vapor-depositing one kind of dielectric from across to the front face of the

substrate body 76 is known also for the U.S. Pat. No. 5638197 official report description (above-shown patent reference 1). According to this approach, physical structure small enough can be easily acquired to the wavelength of light. In addition, the slash shown all over this drawing is for expressing having performed membrane formation from across with a substrate 76 typically, and does not express the thin film layer according to individual, respectively. It is arranged and used and the installed thin film layer 94 shows the optical anisotropy of an o-plate birefringence object so that the front face of a substrate 76 may become vertical [this constitutive property birefringence layer 93] to an illumination-light shaft or a projection optical axis.

[0091]

In case it is used combining two or more constitutive property birefringence layers, it is also possible to use the constitutive property birefringence layer of a different class, it can perform more precise phase contrast compensation, and can raise more the contrast of the image projected on a screen. moreover, only not only in the transparency mold TN liquid crystal mode mentioned above also as a mode of operation of the liquid crystal device which can apply this invention Reflective mold TN liquid crystal mode and well-known ECB (Electrically Controlled Birefringence), VA (Vertical Aligned), OCB (Optically Compensatory Bend), The thing of various kinds of modes of operation, such as FLC

(Ferroelectric Liquid Crystal), is mentioned. Still like an off axis method or a micro-lens method This invention is applicable also to the projector which adopted optical system which is passed by whenever [angle-of-incidence / from which each colored light of RGB differed the liquid crystal device]. Moreover, this invention is applicable not only to a active-matrix actuation method but various kinds of actuation methods also about an actuation method.

[0092]

Furthermore, in creating the constitutive property birefringence layer which carried out the laminating of the thin film layer, it is not restricted only to it not being necessary to necessarily make thickness of each class equal and, and carrying out the laminating of two kinds of thin films by turns. For example, it is possible to carry out the laminating of three or more kinds of thin films with which refractive indexes differ, and to design them suitably by proper sequence and thickness, in consideration of absorption of distortion by the ease of a membrane formation process and the internal stress of each class, the wavelength dependency of a refractive index, etc. Moreover, a constitutive property birefringence layer may combine a constitutive property birefringence object and a multilayered film as not consisted of only multilayered films which carried out the laminating of two kinds or the thin film beyond it with which refractive indexes differ, for example, shown in drawing 15 - drawing 20 .

[0093]

[Example]

[Transparency mold liquid crystal device]

To a glass plate with a thickness of 0.7mm it is thin on the substrate body by the side of a common electrode, it is SiO₂. TiO₂ The laminating of every 46 layers was respectively carried out by electron beam evaporation by 15nm of thickness by turns, and the constitutive property birefringence layer was formed. The thickness of a layer is 1.38 micrometers and this constitutive property birefringence layer showed the 310nm negative birefringence to light with a wavelength of 550nm. Subsequently, the ITO film used as a common electrode was formed by 100nm thickness by the spatter on it. By forming the resin film for orientation film formation of polyimide furthermore, and giving rubbing, it considered as the orientation film and the liquid crystal device substrate by the side of a common electrode was created. By, forming the resin film for orientation film formation of polyimide on the other hand what created the pixel electrode array on a glass plate with a thickness of 0.7mm it is thin on the substrate body by the side of a pixel electrode, and giving rubbing, it considered as the orientation film and the liquid crystal device substrate by the side of a pixel electrode was created.

[0094]

The pneumatic liquid crystal of a forward dielectric constant was enclosed with lamination and the meantime so that the direction of rubbing might intersect perpendicularly mutually each liquid crystal device substrate created as mentioned above, the micro-lens array made of resin was stuck, and TN liquid crystal device was created.

[0095]

Contrast showed 550:1 to light with the green projector using this TN liquid crystal device, and the improvement effect was accepted compared with 350:1 of the contrast of the projector using TN liquid crystal device which has not prepared the constitutive property birefringence layer.

[0096]

[Reflective mold liquid crystal device]

The polyimide orientation film for vertical orientation was formed in the silicon substrate by which the pixel electrode array was created, rubbing was given, and the substrate for liquid crystal devices by the side of a pixel electrode was created. Moreover, the ITO film used as a constitutive property birefringence layer and a common electrode was formed in the glass plate, the polyimide orientation film for vertical orientation was further formed on the ITO film, rubbing was given, and the substrate for liquid crystal devices by the side of a common electrode was created. The specification of the glass plate by the side of this

common electrode, a constitutive property birefringence layer, and the ITO film is the same as that of the thing by the side of the common electrode of a transparency mold liquid crystal device.

[0097]

The pneumatic liquid crystal of a negative dielectric constant was enclosed with lamination and the meantime so that the direction of rubbing might become parallel with the reverse sense mutually about each liquid crystal device substrate created as mentioned above, and VA liquid crystal device was created.

[0098]

Contrast showed 900:1 to light with the green projector using this VA liquid crystal device, and the improvement effect was accepted compared with 500:1 of the contrast of the projector using VA ***** which has not prepared the constitutive property birefringence layer.

[0099]

[Effect of the Invention]

The contrast of the image projected on a screen can be raised without according to this invention, being rich in endurance and moreover also enlarging a cost burden, since the constitutive property birefringence layer created with an inorganic material is formed in the substrate body of the substrate for liquid crystal devices which constitutes a liquid crystal device and it was made to

perform phase contrast compensation as stated above.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the external view showing the outline of the liquid crystal projector of a rear method.

[Drawing 2] It is the outline block diagram of the projection unit using a transparency mold liquid crystal device.

[Drawing 3] It is the outline sectional view showing the rough structure of a liquid crystal device.

[Drawing 4] It is the explanatory view showing the layer system of a constitutive property birefringence layer.

[Drawing 5] The example of a configuration of the substrate for liquid crystal devices by the side of a pixel electrode is shown.

[Drawing 6] Another example of a configuration of the substrate for liquid crystal devices by the side of a pixel electrode is shown.

[Drawing 7] The example of a configuration of the substrate for liquid crystal devices by the side of a common electrode is shown.

[Drawing 8] Another example of a configuration of the substrate for liquid crystal devices by the side of a common electrode is shown.

[Drawing 9] The example of the liquid crystal device using the substrate for liquid crystal devices by the side of the pixel electrode which prepared the layer

insulation layer is shown.

[Drawing 10] The example which used the micro lens together is shown.

[Drawing 11] The example which used the micro lens together to the liquid crystal device which prepared the constitutive property birefringence layer in the outside surface of the substrate for liquid crystal devices by the side of a common electrode is shown.

[Drawing 12] It is the outline block diagram of the projection unit using a reflective mold liquid crystal device.

[Drawing 13] The example of a configuration of a reflective mold liquid crystal device is shown.

[Drawing 14] The example which formed the constitutive property birefringence layer in the silicon substrate is shown.

[Drawing 15] It is the conceptual diagram showing 1 operation gestalt of the constitutive property birefringence object which has a configuration pattern.

[Drawing 16] It is the conceptual diagram showing other operation gestalten of the constitutive property birefringence object which has a configuration pattern.

[Drawing 17] It is the conceptual diagram showing another operation gestalt of the constitutive property birefringence object which has a configuration pattern.

[Drawing 18] It is the conceptual diagram showing still more nearly another operation gestalt of a constitutive property birefringence object.

[Drawing 19] It is the conceptual diagram showing the operation gestalt of further others of a constitutive property birefringence object.

[Drawing 20] It is the conceptual diagram of the constitutive property birefringence object created by the membrane formation from slant.

[Description of Notations]

3 Screen

5 Projection Unit

11R, 11G, 11B, 61R, 61G, 61B Liquid crystal device

12 Light Source

26R, 26G, 26B Polarizing plate

28R, 28G, 28B Polarizing plate

24 Synthetic Prism

25 Projection Lens

30 Liquid Crystal

31, 32, 65 Substrate for liquid crystal devices

33 37 Glass plate

34 67 Thin film transistor

35 68 Pixel electrode

36, 40, 71 Orientation film

38 Constitutive Property Birefringence Layer

39 Common Electrode

66 Silicon Substrate